

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

MARCONE COMERIO

ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS E GANHO DE SELEÇÃO
ASSOCIADOS À VARIABILIDADE GENÉTICA NO MELHORAMENTO DE
Coffea canephora **PELA ESTRATÉGIA DE SELEÇÃO RECORRENTE**

ALEGRE-ES

2021

MARCONE COMERIO

**ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS E GANHO DE SELEÇÃO
ASSOCIADOS À VARIABILIDADE GENÉTICA NO MELHORAMENTO DE
Coffea canephora PELA ESTRATÉGIA DE SELEÇÃO RECORRENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Magister Scientiae em Produção Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Antonio Tomaz
Coorientadora: Dr^a. Maria Amélia Gava Ferrão

ALEGRE-ES

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

C732e Comerio, Marcone, 1985-
Estimativa de parâmetros genéticos e ganho de seleção
associados à variabilidade genética no melhoramento de Coffea
canephora pela estratégia de seleção recorrente / Marcone
Comerio. - 2021.
81 f. : il.

Orientador: Marcelo Antonio Tomaz.
Coorientadora: Maria Amélia Gava Ferrão.
Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e
Engenharias.

1. Fitotecnia. 2. Seleção de plantas - Melhoramento
genético. 3. Café - Cultivo. 4. Plantas cultivares. 5. Hibridação
vegetal. 6. Engenharia agrônômica. I. Tomaz, Marcelo Antonio.
II. Ferrão, Maria Amélia Gava. III. Universidade Federal do
Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. IV.
Título.

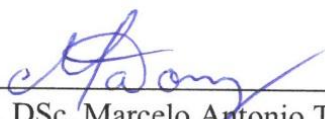
CDU: 63

**ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS E GANHO DE SELEÇÃO
ASSOCIADOS À VARIABILIDADE GENÉTICA NO MELHORAMENTO DE
Coffea canephora PELA ESTRATÉGIA DE SELEÇÃO RECORRENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para a obtenção do título de *Magister Scientiae* em Produção Vegetal.

Aprovada em 27 de outubro de 2021

COMISSÃO EXAMINADORA



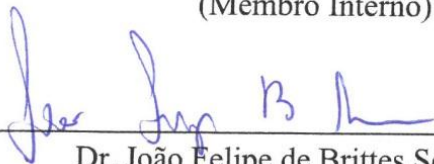
Prof.º DSc. Marcelo Antonio Tomaz
Universidade Federal do Espírito Santo
(Orientador)



DSc. Maria Anélia Gava Ferrão
Embrapa Café/Incaper
(Coorientador)



Prof.º DSc. Leandro Pin Dalvi
Universidade Federal do Espírito Santo
(Membro Interno)



Dr. João Felipe de Brittes Senra
Incaper
(Membro Externo)

A Deus, pelo dom da vida.
Aos meus pais Orly Braz Comerio e
Madalena Burini Comerio, pelo amor,
exemplo de vida e dedicação em minha
formação.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, mente sã e corpo saudável.

Aos meus familiares, por todo o apoio estrutural e emocional na conquista desse título.

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCAEE) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), pela oportunidade e excelência da formação profissional na realização deste curso.

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), pela autorização pessoal, disponibilidade de pessoal e de infraestrutura para desenvolvimento de pesquisa aplicada com qualidade.

Ao Professor Marcelo Antonio Tomaz, meu orientador e amigo, pelos conhecimentos transmitidos, pela orientação segura e pelo apoio em todos os momentos do curso.

À pesquisadora Maria Amélia Gava Ferrão, minha coorientadora e colega de trabalho, por ter permitido a utilização de dados de trabalho de pesquisa sob sua responsabilidade neste trabalho e pela humildade em compartilhar seu vasto conhecimento, contribuindo de forma significativa com minha formação.

Aos pesquisadores do Incaper João Felipe de Brites Senra e Josimar Aleixo da Silva, pela avaliação e pelas sugestões na elaboração deste trabalho.

A todos os colegas servidores lotados na Fazenda Experimental de Marilândia - Incaper, pela parceria, competência e paciência, em especial aos pesquisadores Abraão Carlos Verdin Filho e Paulo Sérgio Volpi.

Aos pesquisadores do Incaper e do Programa de Melhoramento de Café, Abraão Carlos Verdin Filho e Paulo Sérgio Volpi, Maria Amélia Gava Ferrão, Romário Gava Ferrão, Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca, João Felipe de Brites Senra, Sheila Cristina Prucoli Posse e Inorbet de Melo Lima, pelo trabalho em equipe, pela verdadeira amizade, pelo encorajamento, pelo incentivo, pela ajuda e pelo apoio que sempre vêm me proporcionando.

Aos professores com os quais fiz disciplinas no programa de mestrado, pelas experiências e pelos ensinamentos.

A todas as demais pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização do curso de mestrado e deste trabalho.

RESUMO

O café é uma cultura estratégica para o agronegócio brasileiro. O estado do Espírito Santo se destaca na cafeicultura nacional ocupando a segunda posição na produção e o primeiro da espécie *Coffea canephora* (conilon/robusta). Dada a importância econômica e social desta cultura, o Incaper iniciou o programa de melhoramento genético de café conilon em 1985, fundamentado em diferentes estratégias e linhas de pesquisa. Uma das estratégias utilizada é a seleção recorrente para o melhoramento de populações e obtenção de progênies recombinadas, tendo como meta o aumento gradativo da frequência de alelos desejáveis, sem reduzir significativamente a variabilidade genética, essencial para a sustentabilidade produtiva da espécie. Este trabalho objetivou avaliar a performance agrônômica, ganhos de seleção e divergência genética de 56 progênies híbridas oriundas do primeiro ciclo de seleção recorrente de uma população de maturação tardia (PMT 01), juntamente com seis genitores. Inicialmente, prepararam-se as plantas matrizes das progênies selecionadas e dos genitores para brotações e produção de mudas clonais. Os 62 materiais genéticos foram avaliados em dois ambientes, nas Fazendas Experimentais de Marilândia e Sooretama, no delineamento de blocos casualizados com três repetições, cinco plantas por parcela e no espaçamento de 3,0 x 1,0 m. Foram analisadas 14 características agrônômicas, referentes às avaliações das três primeiras safras, ocorridas nos anos de 2019, 2020 e 2021. As estimativas dos parâmetros genéticos obtidos pela metodologia dos modelos lineares mistos (REML/BLUP) revelaram a existência de variabilidade genética e potencial seletivo entre os genótipos de café conilon para os caracteres estudados. Com o ranqueamento utilizando índice de seleção pelo método de Mulamba e Mock e aditivo foi observado ganhos de seleção acima de 77% e 16%, respectivamente, possibilitando selecionar pelo menos 17 progênies híbridas com potencial para serem utilizadas na composição de novas cultivares (clonal e/ou semente). No agrupamento dos genótipos pelo método de otimização de Tocher, verificou-se variabilidade genética entre os genitores e entre as progênies oriundas do método de seleção recorrente intrapopulacional.

Palavras-chave: Café conilon. Espírito Santo. Progênies Híbridas. REML/BLUP. Nova Cultivar.

ABSTRACT

Coffee is a strategic crop for Brazilian agribusiness. The state of Espírito Santo stands out in the national coffee sector, occupying the second position in production and the first for the *Coffea canephora* species (conilon/robusta). Given the economic and social importance of this crop, Incaper started the genetic improvement program for conilon coffee in 1985 based on different strategies and lines of research. One of the strategies used is recurrent selection to improve populations and obtain recombined progenies, with the goal of gradually increasing the frequency of desirable alleles, without significantly reducing the genetic variability, essential for the productive sustainability of the species. This work aimed to evaluate the agronomic performance, selection gains, and genetic divergence of 56 hybrid progenies from the first recurrent selection cycle of a late-maturing population (PMT 01), together with six parents. Initially, it prepared the mother plants of selected progenies and parents for sprouting and production of clonal seedlings. The 62 genetic materials were evaluated in two environments, in the Experimental Farms of Marilândia and Sooretama, in a randomized block design with three replications, five plants per plot, and a spacing of 3.0 x 1.0 m. Fourteen agronomic characteristics were analyzed, referring to the evaluations of the first three crops, which occurred in the years 2019, 2020, and 2021. The estimates of the genetic parameters obtained by the mixed linear model methodology (REML/BLUP) revealed the existence of genetic variability and selective potential between the conilon coffee genotypes for the studied characters. With the ranking using the selection index by the Mulamba and Mock method and additive, selection gains above 77% and 16%, respectively, were observed, making it possible to select at least 17 hybrid progenies with the potential to be used in the composition of new cultivars (clonal and /or seed). In the grouping of genotypes using the Tocher optimization method, there was genetic variability among parents and among progenies from the intrapopulation recurrent selection method.

Keywords: Coffee conilon. Espírito Santo. Hybrid Progenies. REML/BLUP. New Cultivate.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DA LITERATURA.	11
2.1. ASPECTOS GERAIS DA ESPÉCIE <i>COFFEA CANEPHORA</i>	11
2.2. ASPECTOS BOTÂNICOS E DIVERSIDADE GENÉTICA	12
2.3. MELHORAMENTO GENÉTICO EM <i>COFFEA CANEPHORA</i>	15
2.4. BIOMETRIA	17
2.5. FATORES BIÓTICOS IMPORTANTES NA PRODUÇÃO DE <i>COFFEA CANEPHORA</i>	21
3. METODOLOGIA.....	27
3.1. DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS GENÉTICOS UTILIZADOS	27
3.2. OBTENÇÃO DAS PROGÊNIES	27
3.3. CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE ESTUDO	29
3.4. CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS AVALIADAS	29
3.5. ANÁLISE DOS DADOS	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	33
4.1. ESTIMATIVA DOS COMPONENTES DE VARIÂNCIA POR MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA RESTRITA (REML) E VALORES GENÉTICOS VIA BLUP	33
4.2. SELEÇÃO GENÉTICA E ESTIMATIVA DE GANHOS SELEÇÃO.....	37
4.3. ANÁLISE DE DIVERGÊNCIA GENÉTICA	41
5. CONCLUSÕES.....	44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	45
7. ANEXO.....	57

1. INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma atividade estratégica do agronegócio brasileiro, ocupando 2,188 milhões de hectares do território nacional. Da produção estimada para o ano de 2021, de 43,72 milhões de sacas de café beneficiado, 15,36 milhões são de café conilon (CONAB, 2021).

A cadeia produtiva do café envolve 287 mil cafeicultores, distribuídos em 1.900 municípios de 15 estados brasileiros (MAPA, 2018). O Espírito Santo destaca-se nacionalmente na produção de café, em especial da espécie *C. canephora*, ocupando o posto de maior produtor, responsável por cerca de 65% da safra de 2021 (CONAB, 2021).

Dada a importância da cafeicultura para a economia Capixaba, a Emcapa, hoje Incaper, iniciou o programa de melhoramento genético de *C. canephora* em 1985. Essa espécie, desde sua introdução no Estado foi denominada de conilon, tendo o nome derivado do grupo Kouillon em função de ser inicialmente oriunda de uma amostra de mudas e sementes deste material genético (FERRÃO et al., 2017). Esse programa está fundamentado em diferentes estratégias e linhas de pesquisa, relacionadas ao desenvolvimento e recomendação de cultivares, seleção de progênies, recombinações, melhoramento intrapopulacional pela seleção recorrente para aumento da frequência de alelos desejáveis, caracterização fenotípica e molecular e manutenção de germoplasma.

As estratégias são estabelecidas com base nas demandas e variabilidade genética disponível (FERRÃO et al., 2019). Estas têm como meta principal o desenvolvimento de cultivares com características agrônomicas superiores, como produtividade, estabilidade de produção, qualidade de bebida, resistência ou tolerância aos fatores bióticos e abióticos e sua disponibilização aos cafeicultores.

Nos 36 anos de pesquisa do Incaper foram desenvolvidas, lançadas e registradas no Ministério da Agricultura nove cultivares clonais e duas propagadas por sementes. Para a obtenção e lançamento de cultivares superiores, é necessário que os materiais selecionados reúnam, simultaneamente, uma série de características favoráveis e que apresentem compatibilidade genética. As cultivares clonais melhoradas Incaper possuem número definido de no mínimo oito clones, que juntos garantem expressão do potencial produtivo, estabilidade, longevidade e a suficiente base genética para garantir a sustentabilidade de cultivo e produção (FERRÃO et al., 2019a, 2017).

Uma grande preocupação dentro do programa é o estreitamento da base genética. Problemas relacionados à polinização e fecundação podem reduzir tanto a produção quanto a qualidade de frutos pela diminuição da frutificação efetiva e do número de frutos por roseta e por ramo (FERRÃO et al., 2019). Lavouras constituídas por apenas um clone incompatível não produzirão frutos e aquelas formadas por dois ou mais clones muito semelhantes também poderão apresentar falhas na fecundação e pequena produção de frutos (FERRÃO et al., 2019). Lavouras de conilon devem ser implantadas com cultivares com elevada diversidade genética em relação à autoincompatibilidade para que haja eficiência na polinização, com alta frutificação (FERRÃO et al., 2019).

Para atenuar esse fator limitante, o melhoramento via processos assexuado e sexuado deve ser conduzido paralelamente, pois enquanto o primeiro leva à redução da variabilidade genética, o segundo permite a recombinação genética, recuperando a variabilidade (BERTHAUD et al., 1988).

Dentro desta abordagem, a Seleção Recorrente (HULL, 1945) tem sido extensivamente utilizada no melhoramento de plantas, especialmente alógamas. Iniciou com a cultura do milho (DA CUNHA et al., 2012; RANGEL et al., 2008; RIBEIRO et al., 2012) e estendeu-se à outras culturas, como o café, com resultados promissores (LEROY et al., 1993, 1997; LEROY; CHARMETANT; YAPO, 1991).

A seleção recorrente permite ganhos em diferentes características com herança qualitativa e quantitativa, contribui na seleção de progênies superiores e no melhoramento de populações (FEHR; JUSTIN, 1988), por meio de atividades contínuas de médio e longo prazo, de seleção e recombinação (KRAUSE et al., 2012).

Considerando a elevada demanda capixaba e nacional de materiais genéticos produtivos, tolerantes aos fatores bióticos e abióticos e com variabilidade genética, trabalhos de pesquisa nesta área têm sido contínuos e prioritários no programa de melhoramento da cultura no Incaper.

Este trabalho teve como objetivo analisar a performance agrônômica e variabilidade genética associados às estimativas de parâmetros genéticos e ganhos de seleção de 62 genótipos (56 progênies híbridas e 6 genitores) de *C. canephora*, oriundos do primeiro ciclo de seleção recorrente de população de maturação tardia (PMT 01), avaliados em três safras e dois ambientes do estado do Espírito Santo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. ASPECTOS GERAIS DA ESPÉCIE *Coffea canephora*

Tomar café tradicionalmente tem como justificativa reanimar, é ótimo para ser consumido no serviço e para oferecer em acontecimentos sociais, sendo consumido por força do hábito, pelo prazer e em decorrência do seu sabor e aroma. O café é um produto universal que ocupa posição de destaque na economia mundial, na geração de empregos e renda, tanto para os países produtores como consumidores (PONTE, 2002).

A produção global de café para o ano-cafeeiro 2020-2021 foi estimada em 171,896 milhões de sacas de 60kg. Deste total, a espécie arábica representa 59,27 %, com 101,875 milhões de sacas, enquanto o café conilon/robusta representa 40,73 %, com 70,021 milhões de sacas (OIC, 2021).

O Brasil mantém a liderança como produtor, com produção de 65,343 milhões de sacas de café de 60 kg, seguido pelo Vietnã (29 milhões), Colômbia (14 milhões) e Indonésia (12 milhões) (OIC, 2021). Do total do café produzido no mundo, destacam-se como maiores consumidores a União Europeia com 44 milhões de sacas/ano, o EUA com 26 milhões de sacas/ano e o Brasil com 22 milhões de sacas/ano (OIC, 2021).

A cafeicultura é considerada uma das atividades mais representativas do agronegócio brasileiro, com destaque para dois Estados da federação, Minas Gerais e Espírito Santo, que lideram como primeiro e segundo maiores produtores, respectivamente. Considerando apenas Café conilon, Espírito Santo ocupa a primeira posição.

A cafeicultura de conilon Capixaba está presente em 70 dos 78 municípios e em 49.005 propriedades rurais, numa área de aproximadamente 260 mil hectares (Conab, 2020). Apresentou na última safra produção de 13,166 milhões de sacas e valor estimado da produção de 4,625 bilhões de reais (IBGE, 2020).

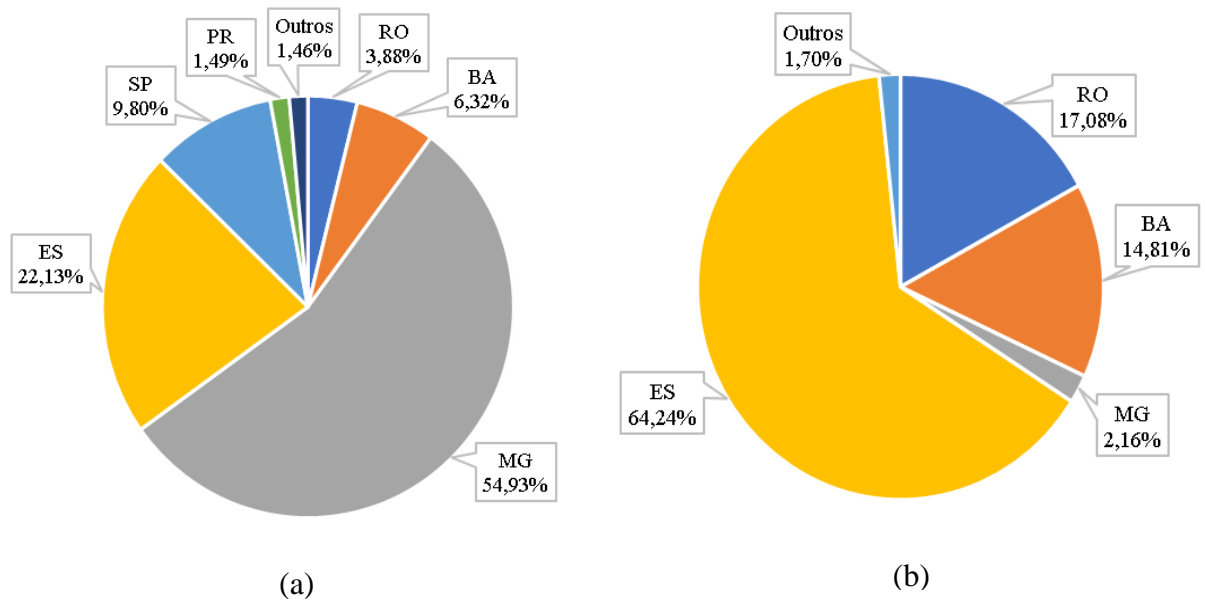


Figura 1 - Participação da produção nacional de café por estado brasileiro na safra 2020 (Adaptado de CONAB,2021). a) participação na produção total (café arábica e conilon); b) participação na produção de café conilon.

2.2. ASPECTOS BOTÂNICOS E DIVERSIDADE GENÉTICA

O cafeeiro é uma planta Eudicotiledônea, da classe das angiospermas, família rubiácea e pertencente ao gênero *Coffea*, que possui 124 espécies descritas (DAVIS et al., 2011; FERRÃO et al., 2019). Destas, somente *C. arabica* e *C. canephora* apresentam significativa importância econômica. Os cafés da espécie *C. canephora* são conhecidos no mundo como “Robustas”, exceto em algumas regiões brasileiras, que por se cultivar quase que exclusivamente, materiais do grupo Kouilou, é denominado “conilon” (CHARRIER; BERTHAUD, 1985; FERRÃO et al., 2019).

O café (*Coffea* sp.) é originário do continente africano, sendo *C. arabica* do sudoeste da Etiópia, sudeste do Sudão e norte do Quênia, e *C. canephora* de uma ampla área que se estende da Guiné ao Congo, da costa oeste à região central do continente, predominando em regiões de baixa altitude e temperaturas mais elevadas (CONAGIN; MENDES, 1961).

Nessas regiões, a precipitação é, via de regra, superior a 2.000 mm ao ano, bem distribuída, com uma estação seca de dois a três meses, a umidade relativa é alta, e as temperaturas

médias anuais giram em torno de 26 °C, com média das máximas em torno de 30 °C e das mínimas de 21°C (COSTE; CAMBRONY, 1992).

As plantas, em condições de temperatura e precipitação mais elevadas, podem atingir até cinco metros de altura. As folhas são maiores e de coloração verde menos intensa que as de *C. arabica*, elípticas, lanceoladas, com bordas bem onduladas e nervuras bem salientes (FAZUOLI, 1986; RENA; MAESTRI, 1986).

Para *C. canephora*, inicialmente as regiões com temperaturas médias anuais entre 22 °C e 26 °C e com déficit hídrico anual menor que 200 mm foram classificadas como aptas. Regiões com déficit hídrico anual entre 200 mm e 400 mm são consideradas com restrição hídrica, e as regiões com déficit hídrico maior que 400 mm são consideradas com impedimento hídrico e as regiões com temperaturas médias anuais menores que 22 °C são consideradas marginais ou inaptas (MATIELLO, 1991). Trabalhos mais recentes de zoneamento, baseados em modelos, temperaturas medias e déficit hídrico, apontam novas áreas aptas e/ou com restrição hídrica para o conilon em altitudes mais elevadas (TAQUE, DADALTO, 2017; FERRÃO et al., 2019). Ferrão et al. (2019b), avaliando 27 cultivares de arábica e 27 clones promissores de conilon, em local caracterizado como de transição e deficiência hídrica, situado a 630 m de altitude, encontraram comportamento similar entre cultivares de arábica e clones de conilon, evidenciando necessidade de continuidade da pesquisa nessas condições. Em local com altitude de 727 m acima do nível do mar e precipitação média anual de 1500 mm, Riva-Souza et al. (2019) identificaram clones de café conilon com potencial para adaptação às condições de altitude superior e temperaturas mais baixas.

Trabalhos realizados por Partelli et al. (2010, 2013) mostraram que, apesar de variações entre os clones, as taxas de crescimento do café conilon variaram sazonalmente, correlacionando-se fortemente com as temperaturas mínimas, reduzindo sob temperaturas mínimas abaixo de 17°C (entre junho e agosto) e maiores quando as temperaturas variaram entre 17° e 31,5°C (média das temperaturas mínimas e máximas).

O café é uma espécie tropical de floração gregária, ou seja, todas as plantas individuais de uma certa extensão geográfica florescem simultaneamente (RENA, A. B.; BARROS, 2004). Todavia, um número variável de floradas com intensidades e temporalidades variáveis é observado a campo em *C. canephora* (FERRÃO et al., 2019).

Em café conilon, as inflorescências (glomérulos) são formadas a partir de gemas seriadas (sendo um glomérulo por cada gema), localizadas aleatoriamente nas axilas das folhas e

ramos laterais que se formaram na estação de crescimento do ano corrente, de forma que a floração depende estreitamente do crescimento do ramo plagiotrópico. Na axila de cada folha do cafeeiro conilon aparecem em média 3,3 glomérulos e o número médio de flores por glomérulo é de 3,4. Portanto, apenas uma roseta de um dado ramo plagiotrópico produziria, potencialmente, de 22 a 24 frutos ou chumbinhos (RONCHI, C. P.; DAMATTA, 2007).

As flores são hermafroditas, com estames aderentes ao tubo da corola, brancas, em grande número por inflorescência e por axila foliar. Os frutos apresentam formato e número variável conforme o material genético, de 30 a 60 por verticilo foliar, de superfície lisa, com exocarpo fino, mesocarpo aquoso e endocarpo delgado (FAZUOLI, 1986; RENA; MAESTRI, 1986).

A espécie *C. canephora* é diploide, com $2n = 2X = 22$ cromossomos, alógama, constituída de populações expressando grande variabilidade, com indivíduos altamente heterozigotos (BERTHAUD, 1980; CONAGIN; MENDES, 1961; FONSECA, 1999b). Essa espécie e as demais espécies diploides estudadas do gênero *Coffea*, com exceção de *C. arabica*, são autoincompatíveis (BERTHAUD, 1980).

Dá-se o nome de incompatibilidade ao insucesso de certos cruzamentos em produzir descendentes ou à incapacidade de ocorrer autofecundação (ALLARD, 1971). As principais consequências dessa característica do sistema reprodutivo são: formação de populações altamente heterozigotas, com alta variabilidade genética; ausência de autofecundação e de efeitos depressivos da endogamia; não fecundação entre flores da mesma planta; e não desenvolvimento de frutos de cruzamentos de genitores aparentados (CONAGIN; MENDES, 1961).

A autoincompatibilidade em *C. canephora* é do tipo gametofítica, controlada por um único gene “S” (CONAGIN; MENDES, 1961; DALCOMO et al., 2015; MORAES et al., 2018). Esse mecanismo fisiológico de base genética, impede a autofecundação e cruzamentos entre indivíduos portadores dos mesmos alelos, em função de interações célula a célula e entre pólen e pistilo, que dificulta que o grão de pólen germine no estigma da mesma planta ou de outra planta com constituição genotípica semelhante (GIRANTON et al., 1999; LEWIS, 1954). Segundo os autores, a autoincompatibilidade do tipo gametofítica ocorre quando um dado alelo S, de uma série de alelos múltiplos, é comum para o grão de pólen e para o estigma, determinando, geralmente, a inibição do desenvolvimento do tubo polínico. Quando o fator S do pólen é diferente dos dois fatores S do estilete, o tubo polínico cresce normalmente, chegando até o ovário, onde ocorre a fertilização (compatibilidade).

2.3. MELHORAMENTO GENÉTICO EM *Coffea canephora*

O melhoramento genético do cafeeiro é uma das áreas de pesquisa que vêm contribuindo significativamente com tecnologias e inovações para o aumento da produtividade e da qualidade, proporcionando sustentabilidade da produção. Neste contexto, parte dos avanços alcançados na cafeicultura capixaba deve-se aos resultados na área de melhoramento genético disponibilizados ao longo dos anos aos produtores, técnicos e segmentos da atividade, por meio do desenvolvimento de cultivares com alto potencial produtivo e mais adaptados às condições adversas de cultivo (FERRÃO et al., 2019).

Segundo Bernardo (2002), melhoramento de plantas classifica-se como arte, ciência e negócio de alteração genética das plantas para benefício do homem. Ressalta-se que observação e diagnóstico em campo dos materiais genéticos utilizados atualmente na implantação das lavouras, é comum constatar elevado número de clones provindos de produtores rurais e viveiristas, comercializados sem nenhuma avaliação ou validação científica, sobreposta pela “arte” e “negócio”. Além da utilização de genótipos sem avaliação científica quanto ao seu valor de cultivo e uso, adaptabilidade e estabilidade de produção, constata-se a implantação de lavouras com reduzido número de genótipos, colocando em risco a sustentabilidade da cultura. Essas questões são preocupantes e demandam um forte trabalho de conscientização e capacitação no campo de informações científicas validadas.

Os programas de melhoramento genético do cafeeiro visam, sobretudo, ao aumento da produtividade, à rentabilidade e à estabilidade econômica do cafeicultor por meio da eficiência produtiva na propriedade. Esta última pode ser alcançada por meio da melhoria dos componentes do rendimento ou da produção da planta, redução do custo de produção, melhoria da qualidade do produto e estabilidade de produção (SERA; ALTEIA; PETEK, 2002).

No Incaper, o programa de pesquisa na área de melhoramento iniciou em 1985, com a estratégia de seleção fenotípica, objetivando inicialmente explorar a variabilidade disponível. Ao longo dos anos, novas estratégias foram delineadas e incorporadas para alcance de resultados de curto, médio e longo prazo. As mais utilizadas são: introdução de germoplasma, seleção fenotípica, hibridação intra e interespecíficas, seleção recorrente e guarda de germoplasma (BERTHAUD et al., 1988; FONSECA et al., 2004; LEROY et al., 1997; RAMALHO; ABREU; DOS SANTOS, 2005; ROCHA et al., 2013, FERRÃO et al., 2019). No processo de avaliação experimental, as principais características estudadas são: altura

média da planta (cm), diâmetro médio da copa (cm), época de maturação dos frutos (dias - da floração à colheita), uniformidade de maturação dos frutos, grãos chochos (%), grãos “moca” (%), grãos chatos (%), massa média de 1.000 grãos (kg), grãos retidos na peneira 11, 13, 15 e maior que 15 (%), peneira média (%), relação café cereja e café coco, relação café cereja e café beneficiado, relação café coco e café beneficiado, incidência e severidade das principais pragas (bicho-mineiro, cochonilha-da-roseta, broca-da-haste e broca-do-fruto) e doenças, especialmente ferrugem, cercosporiose e mancha-manteigosa, precocidade da primeira colheita, variação de produção pelo efeito da bienalidade do cafeeiro e, por último, características bioquímicas e sensoriais associadas à qualidade final do produto (FERRÃO et al., 2019).

A possibilidade de propagação vegetativa na espécie *C. canephora* permite aproveitar imediatamente os indivíduos superiores que ocorrem em qualquer estágio do programa de melhoramento, sem necessidade de avançar gerações (BORÉM; MIRANDA, 2013). Em alguns sistemas de cultivo, observa-se superioridade produtiva com o uso das cultivares clonais em relação às propagadas por semente. Contudo, deve-se sempre atentar para a manutenção e aumento da variabilidade genética no parque cafeeiro frente as mudanças climáticas. Adicionalmente, no processo de melhoramento, a existência de variabilidade genética na população de trabalho é condição básica para a obtenção de ganhos com a seleção (DOUGLAS SCOTT FALCONER, 1987; FONSECA et al., 2006). Diferentes estudos vêm mostrando alta variabilidade do conilon para diferentes características (FERRÃO, 2004; FONSECA, 1999a, FONSECA et al., 2006; FERRÃO et al., 2019, FERRÃO et al., 2021; SENRA et al., 2020).

A seleção recorrente é um método importante em programas de melhoramento, podendo ser definida como a seleção sistemática de indivíduos desejáveis de uma população, seguida pela recombinação dos indivíduos selecionados para formar nova população (FEHR, 1988). Foi proposta por Hull (1945) e tem sido extensivamente utilizada no melhoramento de plantas.

A estratégia de melhoramento pela técnica de seleção recorrente foi inserida no programa de melhoramento do Incaper em 1998, com objetivo de manter e aumentar a frequência de alelos desejáveis. Tal estratégia compreende um processo cíclico, com diferentes etapas: obtenção das progênies, avaliação e seleção destas progênies e recombinação das melhores para formação da nova população. Este método tem sido extensivamente utilizado no melhoramento de plantas alógamas, inicialmente relatado para a cultura de milho (FEHR, 1988; FREITAS et al., 2014; RANGEL et al., 2011; RIBEIRO et al., 2012), e em seguida

estendeu-se à outras culturas, como o café (LEROY et al., 1997; MISTRO, 2013; VICENTINI et al., 2014).

Essa seleção é conduzida repetidas vezes até que a frequência de alelos favoráveis na população atinja níveis importantes e crescentes, quantificados por estimativas de parâmetros genéticos, ganhos genéticos e variabilidade populacional (FEHR; JUSTIN, 1988; FERRÃO et al., 2019). Nesta estratégia para a espécie *C. canephora*, deve-se sempre mensurar a pressão de seleção para não reduzir a variabilidade genética populacional, bem como para manter materiais genéticos divergentes quanto à compatibilidade genética (CARIAS et al., 2014; FERRÃO et al., 2019).

2.4. BIOMETRIA

A grande aplicação da biometria tem sido auxiliar os cientistas na solução dos problemas cotidianos, transformando o senso comum em conhecimentos inovadores, dentro do arcabouço de testes de hipóteses e metodologias estatísticas e genéticas.

Importante para melhoria da eficiência da seleção é o emprego de métodos estatísticos que possibilitem explorar ao máximo os dados experimentais e informações adicionais acerca dos genótipos, resultando em estimativas ou previsões acuradas dos valores genéticos (RESENDE; DUARTE, 2007; RESENDE, 2007b).

Alguns aspectos biológicos do cafeeiro, como o ciclo reprodutivo longo, que necessita de medidas repetidas, a oscilação anual de produção (bienalidade), a sobreposição de gerações, entre outros, conduz a algumas peculiaridades em termos de melhoramento. Outra questão é a redução da taxa de sobrevivência dos experimentos durante sua vida útil, fato que gera dados desbalanceados. O desbalanceamento pode também ocorrer porque algumas plantas não produzem em determinada medição/colheita. Em função do exposto, tem-se a necessidade do uso de métodos especiais de estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos (DE RESENDE et al., 2001; PETEK; SERA; DE BATISTA FONSECA, 2008; RESENDE; DIAS, 2000; RESENDE, 2007b).

O método dos quadrados mínimos é reconhecido como o mais usual, porém não é recomendada a sua utilização para análises de dados oriundos de melhoramento genético de plantas perenes. Devido aos aspectos biológicos do cafeeiro, observa-se presença simultânea de efeitos fixos e aleatórios no mesmo modelo, desbalanceamento provocado por morte de plantas e possibilidade de obtenção de estimativas negativas de variâncias. Adicionalmente, as

medições repetidas em um mesmo indivíduo durante vários anos ou épocas podem ocasionar medidas correlacionadas ao longo do tempo, o que fere a independência e homogeneidade dos erros, que são pressuposições básicas para se efetuar a análise de variância (RESENDE, 2002, 2007c).

As variâncias genética e fenotípica, a variabilidade genotípica, a variância ambiental e o coeficiente de variação genotípico são os parâmetros genéticos e fenotípicos que podem auxiliar o direcionamento da seleção de cafeeiros mais promissores (FERRÃO et al., 2008a). Tais parâmetros, na grande maioria das vezes são específicos numa dada população. Contudo, é por meio deles que se pode inferir acerca da estrutura genética e variabilidade da referida população, além de auxiliarem na predição de ganhos genéticos. Essas estimativas também são importantes na redefinição dos métodos de melhoramento a serem utilizados, na identificação da natureza da ação dos genes e na definição das diferentes estratégias de melhoramento, maximizando ganhos e concorrendo para a manutenção de adequada base genética na população (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

Na técnica de biometria não paramétrica é utilizada, no lugar da análise da variância, a análise da deviance (RESENDE et al., 2012). Essa metodologia é basicamente computacional, porque trabalha com técnicas de derivações por meio de métodos numéricos, como, por exemplo, o método de Newton-Raphson, onde a raiz de uma equação é obtida por sucessivas derivações da equação até que a raiz seja encontrada por aproximação. São usados métodos numéricos para se calcular a REML (máxima verossimilhança residual ou restrita). Essas técnicas se traduzem em algoritmos de linguagem de programação recursivos, excessivamente trabalhosos para serem realizados manualmente.

As equações de modelos mistos, utilizando o padrão REML, apresentam resultados que foram classificados como BLUE (melhor estimação não-viesada dos efeitos fixos (*Best Linear Unbiased Estimator*)), além dos preditores BLUP (melhor predição não-viesada dos efeitos aleatórios (*Best Linear Unbiased Prediction*)). Um modelo linear misto contém efeitos fixos além da média geral e efeitos aleatórios além do erro (SANTOS; RESENDE, 2012), parâmetros estes que tendem a maximizar o ajuste das equações (ou seja, dados estimados) aos dados observados. O termo ‘melhor’ (Best) é no sentido de que os estimadores minimizam a variância amostral; ‘linear’ no sentido de serem funções dos fenótipos observados; e ‘não enviesados’ (*unbiased*), pelo fato de a esperança da estimativa ser igual ao parâmetro (LYNCHE; WALSH, 1998).

Em estudos de interação genótipo x ambiente, na utilização de modelos mistos com efeitos aleatórios de tratamentos, tem-se como principais vantagens do BLUP a minimização do erro de predição, a maximização da acurácia seletiva, do ganho genético a cada seleção, e da probabilidade de se escolher o melhor genótipo, além da predição não viciada de valores genéticos para cada indivíduo (SANTOS; RESENDE, 2012).

O uso de BLUP no contexto de arranjos e análises experimentais e estatísticas mais completas podem possibilitar predições importantes, como a seleção de genótipos estáveis por meio dos locais, específicos para cada local, responsivos às melhorias introduzidas no ambiente, e pelos três atributos (produtividade, estabilidade e adaptabilidade) de forma simultânea (SANTOS; RESENDE, 2012).

A metodologia de modelos mistos via BLUP foi desenvolvida inicialmente no contexto da avaliação genética de gado de leite (RESENDE; SILVA; AZEVEDO, 2014), a partir dos estudos de Henderson (1949). Foi apresentada formalmente na década de 70 e, devido à ferramentas computacionais, passou a ser usada na prática a partir da década de 80 (RESENDE, 2002).

No melhoramento, para fins de seleção, o objetivo é identificar os melhores materiais entre aqueles avaliados. Nessas situações, é de interesse do melhorista que o ordenamento dos genótipos seja realizado com base no verdadeiro efeito genético de cada planta. Por definição, esse caso sugere o uso dos BLUPs para ordenação, indicando assim que os efeitos sejam de natureza aleatória. Todavia, se o objetivo for apenas comparar pares de genótipos, então a utilização dos BLUPs é inapropriada e, por isso, os efeitos genéticos deveriam ser tratados como fixos (SMITH; CULLIS; THOMPSON, 2005).

Os programas de melhoramento de *C. canephora* ambicionam a melhoria de várias características, prioritariamente a produtividade, a estabilidade de produção em diferentes ambientes e a qualidade da produção (CHARRIER; BERTHAUD, 1988). Na avaliação dos genótipos também são considerados as características do fruto (uniformidade de maturação, aumento do tamanho dos grãos, conversão entre café cereja e beneficiado, teor de sólidos solúveis totais, redução da porcentagem de grãos mocas e teor de cafeína), características gerais das plantas (porte mais baixo, arquitetura mais compacta e hábito de crescimento ereto) e maior tolerância às principais doenças, pragas e à seca. A seleção de um conjunto de caracteres de importância é necessária, visando a ganhos adequados, simultaneamente, em todas as características nos programas de melhoramento.

A utilização de índice de seleção, estabelecida pela combinação ótima de vários caracteres, é uma técnica biométrica que permite efetuar, com eficiência, a seleção simultânea de caracteres múltiplos, cujos os diferentes índices identificam genótipos do interesse do melhorista de maneira rápida e eficiente (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). O índice de seleção utilizando valores genéticos preditos via modelos mistos permite que os indivíduos possam ser classificados de acordo com seu valor genético.

Estes índices são obtidos como combinações lineares das medidas de diversos caracteres, podendo ser eficientes, uma vez que permitem a avaliação de todas as informações disponíveis, atribuem diferentes pesos aos caracteres estudados e valorizam atributos julgados de maior importância pelo pesquisador (FALCONER, 1987)

Carias et al. (2016) comparou a eficiência entre o índice de seleção clássico (IC), o multiplicativo (IM) e o índice com base na média de postos Mulamba e Mock, construídos a partir da metodologia REML/BLUP, em oito famílias de meios irmãos de uma população de café conilon de maturação precoce, obtida no Incaper pelo processo de seleção recorrente intrapopulacional no segundo ciclo de seleção. Os resultados mostraram superioridade do índice Mulamba e Mock pelo maior ganho percentual. Verificaram também ser o referido método o mais eficiente para seleção e que deve ser recomendado em programas de melhoramento genético do cafeeiro conilon.

Alinhado às estratégias de seleção de genótipos superiores na composição de cultivares, atenção especial deve ser dada à manutenção da divergência genética. Cruz et al. (2012) destacam duas maneiras básicas de quantificar a divergência genética: uma de natureza quantitativa e outra de natureza preditiva. Vários métodos preditivos podem ser utilizados no estudo da divergência genética, entre eles: a análise multivariada, por meio das medidas de dissimilaridade envolvendo a distância euclidiana e a distância generalizada de Mahalanobis (D2); métodos de agrupamentos envolvendo os métodos hierárquicos, como ligação média entre grupo (UPGMA) e do vizinho mais próximo e o método de otimização de Tocher; e técnicas de dispersão gráfica envolvendo análise por componentes principais e por variáveis canônicas (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

A utilização das técnicas multivariadas em maior escala só se tornou possível com a disponibilidade dos recursos computacionais, que possibilitaram a avaliação simultânea de várias características. As medidas de dissimilaridade e os métodos de agrupamentos

autorizam unificar múltiplas informações de um conjunto de caracteres, importantes para o conhecimento da variabilidade genética das populações (GONÇALVES et al., 2008).

2.5. FATORES BIÓTICOS IMPORTANTES NA PRODUÇÃO DE *Coffea canephora*

As pragas e doenças representam fatores limitantes para a produção e produtividade do café tanto para os pequenos agricultores de base familiar como para os grandes produtores em escala empresarial, podendo causar perdas que chegam a inviabilizar a exploração da cultura (VENTURA; COSTA; LIMA, 2017).

Ferrugem

A ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) é a principal doença da cultura em nível nacional (ZAMBOLIM et al., 2009). Os danos da ferrugem são devastadores nas cultivares suscetíveis, causando principalmente a desfolha precoce e a seca dos ramos produtivos do ano seguinte, o que causa perdas significativas na produção, que podem chegar a 45% em anos de alta carga no café conilon suscetível à doença (ZAMBOLIM, 2015).

No estado do Espírito Santo, na Fazenda Experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), em Marilândia, verificaram-se perdas de 40 a 50% na produção do clone 12V da variedade clonal ‘Vitória’, em condições favoráveis à doença (CAPUCHO, 2011).

Os sintomas da doença são bem distintos e fáceis de identificar, manifestam-se principalmente na face inferior das folhas, onde ocorrem manchas amareladas translúcidas, de 1 a 2 mm de diâmetro. Essas manchas evoluem rapidamente e, em poucos dias, aumentam gradativamente de tamanho (5 a 10 mm), formando pústulas circulares, pulverulentas, de cor amarela a alaranjada, cobertas pelos uredosporos do fungo, dando o aspecto de um “pó amarelado” (VENTURA; COSTA; LIMA, 2017).

O cultivo de clones e variedades resistentes constitui o método mais eficaz e econômico para o controle da doença, além de minimizar impactos no ambiente pela redução de produtos químicos utilizados no controle da doença (VENTURA; COSTA; LIMA, 2017).

Mancha de Cercópóra

A mancha de cercóspora ou mancha de olho pardo, causada pelo fungo *Cercospora coffeicola* Berkeley & Cooke foi reconhecida pela primeira vez em 1881 por Berkeley & Cooke, causando infecção em espécies de plantas do gênero *Coffea* (CHUPP, 1953).

Em café conilon, sua intensidade é muito variável, em função do clone e condições climáticas, tendo maior importância na fase de viveiro, em que as plantas muitas vezes não se desenvolvem, influenciando no transplante para o local definitivo, onde causa intensa desfolha e redução no crescimento das plantas (VENTURA; COSTA; LIMA, 2017). A severidade da doença está diretamente relacionada à nutrição das plantas, principalmente com a deficiência de nitrogênio (VENTURA, 1995). Nas lavouras com plantas adultas, a ocorrência da doença se dá devido à alta carga de frutos e do desequilíbrio nutricional das plantas.

Os sintomas comuns da doença do tipo olho pardo são pequenas manchas necróticas de coloração marrom arroxeada, com halo amarelado e com uma região central cinza claro (GODOY; BERGAMIN FILHO; SALGADO, 1997; SOUZA et al., 2011). Já os sintomas atípicos da doença, conhecidos como do tipo negra, são lesões irregulares bem escuras, quase negras, e maiores do que as lesões comuns (NELSON, 2008).

Bicho Mineiro

O bicho mineiro, *Leucoptera coffeella* Guérin-Mèneville, é uma mariposa pequena, apresentando 6,5 mm de envergadura e asas de coloração branca prateada na parte dorsal, com uma mancha escura circular de halo amarelo nas extremidades (FORNAZIER et al., 2017).

As fêmeas do bicho-mineiro têm hábito de acasalamento diurno e de ovipositar no período do crepúsculo noturno. As fêmeas ovipositam em média sete ovos por dia na face superior das folhas. Seus ovos são achatados, com desenvolvimento de cinco a vinte e um dias, dependendo da temperatura. Quando eclodem penetram na epiderme da folha, entrando no parênquima paliçádico e iniciam sua alimentação e a formação de “minas”. As minas têm formato arredondado e possuem coloração castanho-claro, e a cor mais escura se dá devido ao acúmulo de excreções. O período larval pode variar de nove a quarenta dias, dependendo das condições do ambiente. Após a fase larval abandonam a mina e ocorre a formação da pupa, e nessa fase permanecem de quatro a vinte seis dias até emergirem os adultos (PIERRE; BERTI FILHO, 2011).

O bicho mineiro ocorre em períodos de chuvas ou seca, e as injúrias provocadas pelas lagartas afetam a produtividade, especialmente quando há altas infestações, quando provocam a desfolha nas plantas. A região norte do estado do Espírito Santo apresenta clima quente e seco, o que favorece o aumento da população dessa praga durante todo o ano, acentuando-se nos meses de seca (FORNAZIER et al., 2007). Quando a desfolha se dá perto do período de floração é mais prejudicial à produção em razão do baixo “vingamento” e rendimento dos frutos (FERNANDES; GONÇALVES, 2013).

Cochonilha da roseta

Cochonilhas farinhentas dos gêneros *Dysmicoccus*, *Planococcus* e *Pseudococcus* (Hemiptera: Pseudococcidae) têm sido observadas principalmente em raízes e frutos de lavouras de café brasileiro (SANTA-CECÍLIA; REIS; SOUZA, 2002). Cochonilhas podem ocorrer em viveiros de mudas e serem disseminadas para novas plantações (FERNANDES et al., 2009), retardando o crescimento da planta, causando seca e queda dos botões florais e frutos e reduzindo a produtividade (SANTA-CECÍLIA et al., 2007).

Os danos ocasionados pelo ataque da cochonilha-da-roseta das espécies *Planococcus citri* (Risso) e *P. minor* (Maskell) vem se tornando cada vez mais frequentes (FORNAZIER et al., 2018).

Planococcus citri e *P. minor* são espécies muito semelhantes e fazem parte de um complexo de cochonilhas conhecidas como cochonilha-da-roseta do café conilon. As fêmeas apresentam formato ovalado, com comprimento de 3 a 5 mm, secretam uma substância lanuginosa branca que serve para proteger os ovos junto ao corpo. Os ovos são de coloração amarelo alaranjada, as formas jovens possuem coloração rosada e as adultas são castanho-amareladas e têm o corpo recoberto por secreção pulverulenta esbranquiçada. Vivem em colônias constituídas por indivíduos em vários estágios de desenvolvimento. Tanto as ninfas quanto os adultos sugam seiva em botões florais e frutos em desenvolvimento (FORNAZIER et al., 2017).

Os danos podem ser causados tanto pelas ninfas quanto pelas fêmeas adultas da cochonilha-da-roseta que sugam a seiva e provocam a queda de botões florais, flores e frutos nos estágios iniciais de desenvolvimento. Já em ataques mais tardios, ocorre o chochamento e impedimento do desenvolvimento dos frutos. Além disso, a cochonilha-da-roseta pode provocar o apodrecimento do colo do cafeeiro, próximo ao solo, servindo de entrada para

microrganismos patogênicos. Em lavouras altamente infestadas, as perdas da produção podem chegar próximo a 100% (FORNAZIER et al., 2018; SANTA-CECÍLIA et al., 2007).

Broca-das-hastes

A broca-das-hastes *Xylosandrus compactus* (Eichhoff, 1875) (Coleoptera: Curculionidae) é uma praga polífaga originária da Ásia e ataca mais de 200 espécies arbustivas e arbóreas, cultivadas e silvestres, e é um dos poucos besouros de ambrosia que infesta plantas saudáveis (COGNATO, 2005).

A broca negra pertence à tribo Xyleborini, também conhecida como besouro da ambrosia, que se refere às espécies que se alimentam exclusivamente de fungos (fungos da ambrosia) cultivados dentro de galerias construídas na madeira por besouros fêmeas adultas (BATRA, 1963; SIX, 2012; WOOD, 1982). A fêmea adulta faz um orifício de entrada normalmente na parte de baixo dos galhos, que ela inocula com um fungo, que é a única fonte de alimento para os besouros (HARA; BEARDSLEY, 1979; NGOAN et al., 1976).

A fêmea é marrom claro e torna-se preta brilhante de 3 a 4 dias após a eclosão da caixa pupal. O corpo é cilíndrico e robusto, com comprimento de 1,4-1,8 mm e largura de 0,7-0,8 mm. O macho adulto é menor que a fêmea, é marrom claro e em três a quatro dias torna-se marrom avermelhado. O comprimento do corpo é de 0,8-1,3 mm e a largura é de 0,42-0,46 mm (GRECO; WRIGHT, 2015). Os besouros-mãe permanecem no túnel de entrada de sua câmara de criação durante todo o desenvolvimento da cria e emergem nas galerias de vinte e três a vinte e nove dias após a perfuração inicial e de quatro a seis dias antes da progênie feminina emergir (HARA, 1977).

Os ovos são ovais, brancos e translúcidos, com uma superfície lisa, com dimensões médias de 0,55 por 0,28 mm, e o período de incubação varia de três a cinco dias (HARA, 1977). O corpo da larva é branco cremoso e sem pernas, a cápsula da cabeça é branca quando colocada pela primeira vez, mudando posteriormente para uma cor marrom claro, o abdômen é pontiagudo posteriormente nas larvas jovens, mas arredondado na larva totalmente madura (HARA; BEARDSLEY, 1979; NGOAN et al., 1976).

Os besouros da subfamília Scolytinae estão entre os insetos mais nocivos do mundo. Seu ciclo de vida críptico dentro da planta hospedeira torna esses insetos difíceis de controlar (RUDINSKY, 1962).

Existem dois mecanismos potenciais pelos quais a broca do galho preto pode causar danos graves e até a morte da planta hospedeira: danos mecânicos e a introdução do fungo ambrosia, que pode ser fitopatogênico (HARA; BEARDSLEY, 1979). Existem dois tipos de danos físicos: um ocorre quando o buraco é superficial e limitado ao floema. Neste caso, a fêmea começa a furar um orifício de entrada, mas rejeita a planta e, embora o túnel não seja concluído, observa-se murcha nas folhas terminais do ramo (BURBANO, 2010); o segundo tipo de dano físico ocorre quando as fêmeas fazem um orifício de entrada e iniciam o corte do tecido vascular. Em seguida, elas alcançam a medula do caule e o escavam ao longo do galho em ambos os lados do túnel de entrada inicial para fazer uma câmara de criação onde os ovos são colocados. Subsequentemente, murchamento, necrose e desfolha são observados em ramos (BURBANO, 2010; NGOAN et al., 1976). Fêmeas da broca negra do galho foram encontradas dentro de ramos verticais, ramos laterais e grãos de café (GRECO; WRIGHT, 2015).

É relatada ocorrendo em cafeeiros robusta no sul do Estado da Bahia (MATIELLO; NEVES; SILVA, 1999) e em café conilon na região norte do Espírito Santo (DARÉ; FORNAZIER, 2005; MATIELLO; FREITAS, 2005).

Broca-do-fruto

A broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), considerada a praga mais importante da cafeicultura mundial, é responsável por perdas quantitativas e qualitativas na produção (INFANTE; PÉREZ; VEGA, 2012).

As fêmeas acasaladas de *H. hampei* constroem um orifício no fruto de café, preferencialmente na região da coroa, e depositam seus ovos em uma galeria construída no endosperma da semente, de modo que tanto as larvas como os adultos causam danos consideráveis aos frutos (JARAMILLO et al., 2009; MATHIEU et al., 2001). A broca-do-café possui um comportamento endofítico, passando todo seu ciclo de vida dentro do fruto, o que dificulta o seu controle (DAMON, 2001).

O adulto é um pequeno coleóptero preto, com o corpo cilíndrico e ligeiramente recurvado para a região posterior. Os élitros são revestidos de cerdas e escamas piriformes características. Os machos são semelhantes às fêmeas, mas são menores, medindo cerca de um terço do corpo daquelas e dotados de asas rudimentares. Por essa razão, os machos não

voam e não saem dos frutos de onde se originaram. A proporção na população é de um macho para dez fêmeas (BENASSI; CARVALHO, 1994; BERGAMIN, 1943).

O acasalamento ocorre dentro do fruto onde a fêmea foi originada. Logo depois, ela procura outro fruto e o perfura, geralmente na região da coroa, iniciando a escavação de uma galeria até atingir o pergaminho da semente. A fêmea leva cerca de sete horas para penetrar totalmente no fruto e pode atacar os frutos desde a fase de chumbinho. Entretanto, somente quando o fruto de café atinge teor de umidade/matéria seca adequada, isto é, passado o período de “água” (estágio de “chumbão verde”), as fêmeas iniciam a oviposição (FORNAZIER et al., 2007).

Em condições ótimas de temperatura e umidade, a fêmea produz de dois a três ovos por dia, com redução após 15 a 20 dias do início da postura. Uma fêmea põe de 31 a 119 ovos em toda sua vida em único fruto de café, no entanto, já houve relatos de até 300 ovos em um único fruto (DAMON, 2001; JARAMILLO et al., 2009).

Os ovos são pequenos, branco-hialinos, elípticos com brilho leitoso, com dimensão média dos eixos maior e menor de 0,599 mm e 0,314 mm, respectivamente. As larvas apresentam cápsula cefálica larga, de coloração amarelo-palha com bordos levemente recurvados, apresentando um tamanho médio de 2,12 mm quando completamente desenvolvidas. As larvas que originam fêmeas passam por dois ínstaes e as que originam machos passam por apenas um. É nessa fase de desenvolvimento que ocorrem as maiores injúrias ao fruto de café decorrentes da atividade larval (BERGAMIN, 1943; GÓMEZ et al., 2015).

Com o taque da broca do fruto e dependendo da severidade, os resultados são observados após o beneficiamento, com presença de grãos broqueados, nos quais se podem observar as perfurações das galerias da broca e, em alta intensidade de infestação e colonização, quebra dos grãos gerando o café escolha (FORNAZIER et al., 2007).

Altas infestações desse inseto na fase de produção diminuem a porcentagem de grãos perfeitos e aumentam a de grãos perfurados, escolha e quebrados. Assim, os danos causados pela broca podem ser verificados diretamente na perda de massa do café beneficiado, pois os grãos completamente destruídos ou muito danificados saem junto com a escolha, e indiretamente devido à presença de grãos broqueados e na depreciação do valor do café beneficiado, uma vez que a cada cinco grãos perfurados, considera-se um defeito na classificação por tipo (LUCAS et al., 1989; NAKANO et al., 1976; YOKOYAMA et al., 1978). Outro agravante quanto à qualidade da bebida do café é a presença de resíduos,

compostos por fezes e parte dos insetos adultos, larvas e ovos que permanecem no café torrado e moído.

3. METODOLOGIA

3.1. DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS GENÉTICOS UTILIZADOS

Os genótipos utilizados neste trabalho são oriundos do programa de melhoramento de café do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Os tratamentos compreenderam 56 (1 a 56) progênies híbridas e 6 genitores (57 a 62) selecionados de uma população de café conilon de maturação tardia, obtida pelo processo de seleção recorrente no primeiro ciclo de seleção (Anexo A).

3.2. OBTENÇÃO DAS PROGÊNIES

O trabalho teve início em 1998 com o plantio de onze clones divergentes (genitores), de maturação tardia, em campo isolado, na Fazenda Experimental de Marilândia, Incaper-ES, para recombinação aberta. Tais materiais foram plantados em linha, com 10 plantas por clone. No período de agosto a outubro de 2000 ocorreram o florescimento e a recombinação. Entre maio e junho de 2001 foram colhidas as sementes híbridas da recombinação, tendo sido coletados cerca de 100 gramas de sementes de cada planta dentro de cada parcela com os genitores, para compor a população de meios-irmãos de ciclo 01 em campo isolado, juntamente com os progenitores. Retirou-se o mesmo número de sementes de cada planta recombinante, com a finalidade de equilibrar a contribuição de cada uma delas. As sementes foram semeadas em sacos de polietileno, em condição de viveiro, e o plantio no campo foi feito quando as mudas apresentavam de quarto a seis pares de folhas.

Em abril de 2002 foi implantado o experimento com as famílias de meios-irmãos em campo isolado, juntamente com os progenitores (Famílias de Meios-Irmãos de Ciclo 01 - (FMI-1)), totalizando a população com 1120 plantas. O experimento foi conduzido sem irrigação e sem controle de pragas e doenças. As plantas foram avaliadas individualmente por oito colheitas (2005 a 2013). Com base no comportamento médio de cada planta dentro das FMI-1, foram selecionadas 25% das plantas com características superiores, dentro de cada FMI-1, para o avanço do ciclo de seleção (280 plantas para recombinação). A seleção foi feita dentro das

FMI-1 no sentido de não reduzir a base genética, fator fundamental na espécie que se diferencia pelo mecanismo de autoincompatibilidade.

Das plantas recombinadas em campo (208), selecionou-se 20% das agronomicamente mais promissoras (56 progênies) quanto à ocorrência de pragas e doenças, vigor, tolerância à seca, produção, uniformidade de maturação, entre outras características, para serem clonadas e avaliadas em ensaios de competição clonal junto aos progenitores. Essas progênies foram preparadas para produção de brotos (2015/16) e multiplicadas por estaquia no viveiro da Fazenda Experimental de Marilândia (2016). Quando atingiram 4 pares de folhas em viveiro, iniciou-se o plantio dos experimentos em campo. Junto as 56 progênies, foram multiplicados 6 genitores, totalizando 62 tratamentos. O fluxograma da obtenção das progênies pode ser observado na Figura 2.

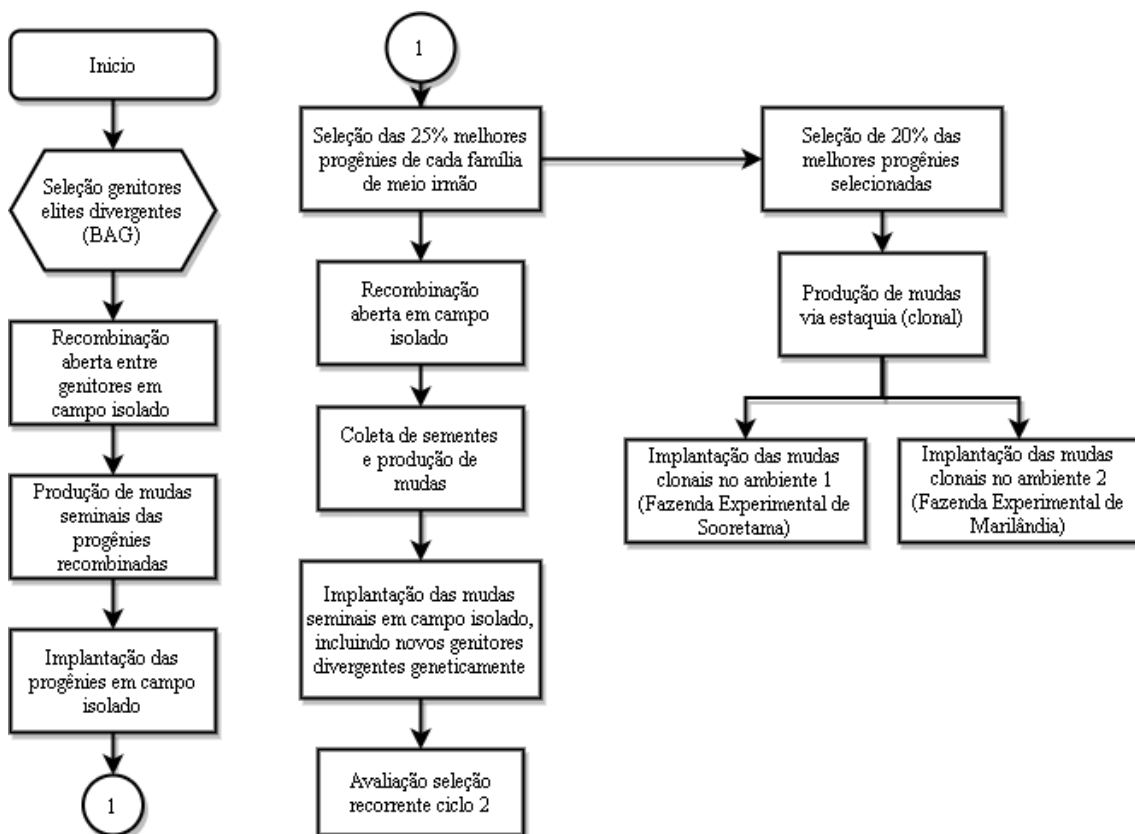


Figura 2. Fluxograma da obtenção das progênies.

3.3. CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE ESTUDO

Os experimentos foram implantados nas Fazendas Experimentais do Incaper de Marilândia (FEM) e Sooretama (FES), localizadas nas regiões noroeste e nordeste do estado, respectivamente, em ambientes representativos de clima e solo em que a espécie é cultivada intensivamente no Espírito Santo.

A Fazenda Experimental de Marilândia está localizada no município de Marilândia-ES, sendo o local do experimento situado nas coordenadas geográficas de latitude 19°23'56"S, longitude 40°32'07"O, altitude de 223 metros, relevo suave ondulado, solo do tipo latossolo vermelho-amarelos Distróficos típico A moderado- LVAd1, precipitação média anual de 1164 mm e temperatura média anual de 24,2°C. E a Fazenda Experimental de Sooretama, localiza-se no município de Sooretama-ES, apresenta coordenadas geográficas de latitude 19°07'11"S, longitude 40°04'52", altitude de 60 metros, relevo plano, solo do tipo Argissolo Amarelo distrocoeso típico A moderado - PAdx5, precipitação média anual de 1249 mm e temperatura média de 25,8°C.

Na Fazenda Experimental de Sooretama o experimento foi implantado em janeiro de 2017 e na Fazenda Experimental de Marilândia em setembro de 2017. Em ambas o delineamento foi em blocos ao acaso com 62 tratamentos, 3 repetições, 5 plantas por parcela e no espaçamento de 3,0m x 1,0m.

Cerca de 60 dias após o plantio realizou-se o arqueamento das plantas no campo, de modo a favorecer a brotação e uniformizar o número de hastes por planta. Quando os brotos atingiram aproximadamente 30 cm, realizou-se a desbrota, deixando 3 brotos de excelente vigor (Fonseca et al, 2013). Os experimentos foram conduzidos com irrigação suplementar em períodos de elevado déficit hídrico, e foi realizado controle fitossanitário até os seis meses de idade para garantir o adequado pegamento das mudas, seguindo as recomendações de manejo do cultivo de conilon no estado do Espírito Santo, de acordo com a necessidade e com a atual recomendação para a cultura (FERRÃO et al., 2019; PREZOTTI et al., 2007).

3.4. CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS AVALIADAS

As avaliações são oriundas das três primeiras colheitas, relativas aos anos de 2019, 2020 e 2021, e compreendem características morfoagronômicas avaliadas em campo nas fases de granação e maturação dos frutos.

As características estudadas foram: produtividade em sacas.ha⁻¹ (PRO), porcentagem de frutos bóa (Bo), maturação dos frutos (MAT), tamanho do grão (TG), porte da planta (POR), vigor vegetativo da planta (VIG), escala geral (EG), grau de inclinação da planta (GI), ferrugem (FER), mancha de cercospora (CER), incidência de bicho mineiro (BM), incidência de cochonilha da roseta (COCH) e seca de ponteira/ramos (SP). Tais características foram avaliadas conforme descrito abaixo:

- 1) Produtividade em sacas.ha⁻¹ (PRO): calculada com base na massa de café cereja/planta e convertido para café beneficiado, utilizando-se da relação 4:1 (FIALHO, 2011).
- 2) Porcentagem de frutos bóa (Bo): calculada com base em amostra de 100 frutos cereja retirados de cada parcela colhida, adicionados em recipiente com água e contagem dos frutos flutuantes. Porcentagem determinada pela razão entre número de frutos flutuantes pelo número total de frutos adicionados.
- 3) Maturação dos frutos (MAT): avaliação visual (av) da época de maturação dos frutos, com base na escala de 1 a 5, em que: 1 = maturação precoce, com colheita concentrada no mês de abril até 15 de maio; 2 = maturação média, com colheita entre 16 de maio a 15 de junho; 3 = maturação média/tardia, com colheita entre 16 junho a 30 de junho; 4 = tardia, com maturação no mês de julho; e 5 = muito tardia, com colheita no mês de agosto.
- 4) Tamanho do grão (TG): com base na avaliação visual e escala de 1 a 5, em que 1 = muito pequeno; 2 = pequeno; 3 = médio; 4 = graúdo e; 5 = muito graúdo.
- 5) Uniformidade de maturação dos frutos (UM): por ocasião da colheita, com base na avaliação visual e na escala de 1 a 3, em que: 1 = uniforme, com pelo menos 90% dos frutos maduros; 2 = mediantemente uniforme, com cerca de 75 a 90% dos frutos maduros; e 3 = desuniforme, com menos de 75% dos frutos maduros.
- 6) Porte da planta (POR): com base na avaliação visual e escala de 1 a 3, em que 1 = pequeno; 2 = médio; e 3 = grande.
- 7) Vigor vegetativo da planta (VIG): com base no potencial de desenvolvimento da planta, avaliado pela escala de notas de 1 a 9, em que 1= muito fraco; 3 = fraco; 5 = intermediário; 7 = vigoroso e; 9 = muito vigoroso.
- 8) Escala geral (EG): com base no desenvolvimento apresentado pela planta, mesmo quando sujeita às condições de estresse, avaliado com escala de 1 a 9, em que as notas maiores correspondem às plantas de melhor desenvolvimento.

9) Grau de inclinação da planta (GI): com base na avaliação visual e escala de 1 a 3, em que 1 = ereto (1 - 35%); 2 = semi-ereto (36 - 50%); e 3 = inclinado (acima de 51%).

10) Ferrugem (FER): reação à ferrugem, com base na avaliação visual e escala de 1 a 9 (ESKES; DA COSTA, 1983), que estabelece diferentes níveis de severidade: 1- Nenhum sinal visível da infecção; 2 - Pequenos pontos cloróticos, frequentemente associados com pequenas tumefações e sem produção de uredósporos; 3 - Pequenos e médios pontos cloróticos, frequentemente associados com tumefações e sem produção de uredósporos; 4 - Mistura de pontos cloróticos de vários tamanhos, com alguma formação de uredósporos nas maiores lesões, e esporulação de no máximo 25% das lesões; 5 - Semelhante a 4, mas com mais esporos produzidos por lesão e esporulação de cerca de 50% das lesões; 6 - Semelhante a 5, mas com produção de esporos e esporulação de cerca de 75% das lesões; 7 - Semelhante a 6, mas com esporulação de praticamente todas as lesões e com abundante produção de esporos em muitas delas; 8 - Mistura de lesões, com graus variáveis de esporulação ou um nível médio de esporulação em todas as lesões, às vezes associadas com poucas tumefações; e 9 - Lesões com abundante esporulação, sem clorose nas bordas.

11) Mancha de Cercospora (CER): com base na avaliação visual e escala de 1 a 9, em que: 1- Sem sintomas visíveis; 3- Presença de poucas lesões; 5- Lesões nas folhas e presença moderada nos frutos; 7- Presença de muitas lesões nas folhas e frutos; e 9 - Sintomas muito severos nas folhas, frutos e ramos.

12) Incidência de bicho mineiro (BM): com base na avaliação visual e escala de 1 a 9, em que: 1- Sem sintomas visíveis; 3- Algumas folhas com poucas minas; 5- Folhas moderadamente minada, sem desfolha; 7- Folhas com muitas minas, ocorrência de desfolha; e 9- Sintomas muito severos, com grandes desfolhas.

13) Incidência de Cochonilha da Roseta (COCH): com base na avaliação visual e escala de 1 a 5, em que: 1- Ausente; 2- Baixa, identificação de poucos insetos; 3- Média infestação; 4- Alta, com fácil identificação dos insetos, quedas de frutos e presença de fumagina; e 5- Severa, com alta infestação e queda de frutos, com muita fumagina.

14) Seca de ponteiros/ramos (SP): com base na avaliação visual e escala de 1 a 9, em que: 1- Sem sintomas; 3- Infecção leve, poucos ramos secos; 5- Infecção moderada, vários ramos secos; 7- Elevado número de ramos secos; e 9- Sintomas muito severos, planta com a maioria dos ramos secos.

3.5. ANÁLISE DOS DADOS

Para as características estudadas, aplicou-se a metodologia dos modelos lineares mistos (REML/BLUP - Máxima Verossimilhança Restrita e Melhor Predição Linear não Viciada) utilizando o delineamento experimental blocos completos com 62 genótipos, três repetições, dois ambientes (Marilândia e Sooretama) e medias de três colheitas (safras 2019, 2020 e 2021).

O modelo estatístico é dado por:

$$y = Xf + Zg + Qgl + Tgm + Wgml + Sp + e$$

Onde y é o vetor de dados, f é o vetor dos efeitos aleatórios das combinações repetição-local-medição (assumidos como fixos) somados a média geral, g é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios), gl é o vetor dos efeitos da interação genótipos com locais (aleatórios), gm é o vetor dos efeitos da interação genótipos com medições, gml é o vetor dos efeitos da interação tripla genótipo x medições x locais (assumidos como aleatórios), p é o vetor dos efeitos permanentes de parcelas dentro de locais (assumidos como aleatórios) e e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos (RESENDE, 2007a).

Os efeitos ambientais de blocos dentro de locais (b), medições (m), locais (l) e as interações bloco x medições dentro de locais e locais x medições são considerados como efeitos fixos em um único vetor de efeitos fixos (f), dado pela combinação bloco-medição-local (RESENDE, 2007a).

Com base neste modelo foram estimados os valores genéticos dos clones pelo BLUP e os seguintes componentes de variância (REML individual): V_g : variância genotípica; V_{gm} : variância da interação genótipo x medições; V_{gl} : variância da interação genótipo x locais; V_{gml} : variância da interação genótipo x locais x medições; V_{perm} : variância dos efeitos permanentes da parcela; V_e : variância residual; V_f : variância fenotípica individual; $h^2_g = h^2$: herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo, ou seja, dos efeitos genotípicos totais; h^2_{mg} : herdabilidade no sentido amplo da média dos genótipos; Ac_{gen} : acurácia da seleção de genótipos; média geral do experimento; média do experimento em Marilândia; média do experimento em Sooretama.

Para a determinação dos genótipos superiores e o ganho de seleção foi realizada análise de seleção via índice de rank médio, adaptado de Mulamba e Mock, em que os valores genotípicos são classificados para cada caráter e a média dos rankings de cada genótipo para todos os caracteres é apresentada como resultado final. além disso, foi determinado o índice aditivo, em que são fornecidas as importâncias econômicas relativas ou pesos dos caracteres. Os índices de seleção foram feitos pelo programa Selegen - REM/BLUP (RESENDE, 2007a).

A diversidade genética dos clones foi analisada com base nos valores genéticos por meio da matriz de distâncias estatísticas de Mahalanobis (MAHALANOBIS, 1936), seguido do agrupamento hierárquico UPGMA e de otimização por Tocher Modificado (VASCONCELOS et al., 2007). Todas as análises estatísticas descritas foram realizadas pelo Sistema Estatístico de Seleção Genética computadorizada (Selegen) (RESENDE, 2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

4.1. ESTIMATIVA DOS COMPONENTES DE VARIÂNCIA POR MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA RESTRITA (REML) E VALORES GENÉTICOS VIA BLUP

O processo de seleção genética iniciou-se com a avaliação da acurácia dos dados e das estimativas, com o objetivo de validar as inferências sobre os melhores genótipos. Entre os parâmetros genéticos de maior importância para a seleção de planta se destacam os componentes de variância, em especial a variância genotípica (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

A superioridade das magnitudes das variâncias genotípicas (V_g) em relação à variância da interação genótipo x medições (V_{gm}), variância da interação genótipo x locais (V_{gl}) e variância dos efeitos permanentes da parcela (V_{perm}) indica uma predominância do efeito de genótipos na expressão fenotípica das variáveis produtividade (PRO), tamanho do grão (TG) e ferrugem (FER), resultado da expressão genética diferenciada entre os materiais genéticos (Tabela 1). Nas características maturação dos frutos (MAT), vigor vegetativo (VIG) e grau de inclinação (GI), verificou-se V_g maior que a V_{gl} e a V_{perm} , porém menor que a V_{gm} , evidenciando neste estudo que o fator Anos teve maior influência na expressão fenotípica destas características. Enquanto isso, as características porte (POR), escala geral (EG) e seca do ponteiro (SP), apresentaram V_g maior que a V_{gm} e a V_{perm} , porém menor que a V_{gl} ,

evidenciando maior influência da fonte de variação locais na expressão fenotípica. E para as características porcentagem de frutos boia (Bo), uniformidade de maturação (UM), mancha de cercóspera (CER), bicho mineiro (BM) e cochonilha da roseta (COCH), as variâncias ambientais foram superiores a V_g , evidenciando baixa influência dos diferentes genótipos na expressão fenotípica.

Tabela 1: Componentes de variância estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita, obtidos da avaliação média de 62 genótipos de *Coffea canephora* em dois ambientes e três colheitas para as características produtividade (PRO), porcentagem de frutos boa (Bo), maturação dos frutos (MAT), tamanho do fruto (TG), uniformidade de maturação dos frutos (UM), porte da planta (POR), vigor vegetativo da planta (VIG), escala geral (EG), grau de inclinação (GI), ferrugem (FER), mancha de cercóspora (CER), bicho mineiro (BM), cochonilha da roseta (COCH) e seca de ponteiros/ramos (SP).

Componentes de Variância	Características													
	PRO	Bo	MAT	TG	UM	POR	VIG	EG	GI	FER	CER	BM	COCH	SP
Vg	50,5769	0,9014	0,0260	0,4715	0,0017	0,0327	0,1554	0,1017	0,0118	0,1489	0,0005	0,0001	0,0002	0,0356
Vgm	10,8904	3,9001	0,0299	0,0453	0,0012	0,0153	0,2232	0,0456	0,0301	0,0925	0,0028	0,0016	0,0022	0,0063
Vgl	10,7058	29,1689	0,0010	0,0719	0,0365	0,0427	0,0423	0,1185	0,0074	0,0067	0,0011	0,0046	0,0006	0,0682
Vglm	98,6951	59,0780	0,0848	0,0994	0,0119	0,0319	0,1524	0,1922	0,0148	0,1781	0,0454	0,0106	0,0367	0,2875
Vperm	12,5070	1,0610	0,0026	0,1882	0,0079	0,0104	0,0581	0,0865	0,0073	0,1575	0,0092	0,0058	0,0052	0,0145
Ve	126,3160	47,9652	0,1403	0,6791	0,2226	0,2015	1,1808	0,7396	0,1010	1,2987	0,3807	0,3402	0,2008	0,4893
Vf	210,9962	82,9966	0,1997	1,4560	0,2699	0,3026	1,6598	1,0918	0,1576	1,7042	0,3942	0,3523	0,2090	0,6138
h2g	0,2397	0,0109	0,1301	0,3238	0,0063	0,1080	0,0937	0,0932	0,0749	0,0874	0,0012	0,0004	0,0011	0,0579
h2mg	0,6495	0,0332	0,4995	0,8482	0,0687	0,4887	0,5351	0,4627	0,4018	0,6376	0,0340	0,0169	0,0247	0,2845
Acgen	0,8059	0,1823	0,7068	0,9210	0,2621	0,6991	0,7315	0,6802	0,6339	0,7985	0,1844	0,1299	0,1570	0,5333
Media Geral	42,0661	14,4712	3,8587	5,1465	2,0033	1,8696	6,3315	5,9574	1,3459	3,5972	1,9852	2,8522	1,5478	2,2751
Media Marilândia	29,7607	6,1955	4,2443	4,5422	1,5604	1,9095	6,1192	5,4901	1,2616	2,9391	1,1864	2,9453	2,0956	1,2527
Media Sooretama	54,3716	22,7469	3,4731	5,7509	2,4462	1,8297	6,5439	6,4247	1,4301	4,2554	2,7841	2,7590	1,0000	3,2975

Vg: variância genotípica; Vgm: variância da interação genótipo x medições; Vgl: variância da interação genótipo x locais; Vglm: variância da interação genótipo x locais x medições; Vperm: variância dos efeitos permanentes da parcela; Ve: variância residual; Vf: variância fenotípica individual; h2g = h2: herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo, ou seja, dos efeitos genotípicos totais; h2mg: herdabilidade no sentido amplo da média dos genótipos; Acgen: acurácia da seleção de genótipos; média geral do experimento; média do experimento em Marilândia; média do experimento em Sooretama.

A existência de variabilidade genética predominante na explicação da variação total de uma característica é condição fundamental para o progresso genético com a prática da seleção (RAMALHO et al., 2011, 2016). Esses autores também encontraram predominância de variância genotípica em trabalho com a espécie.

A herdabilidade (h^2_{mg}) corresponde à proporção da variação fenotípica total que é devida às diferenças genéticas (RAMALHO et al., 2011). De acordo com a classificação com base na magnitude (Tabela 2), a h^2_{mg} foi classificada de baixa magnitude para as características boia (Bo), uniformidade de maturação (UM), mancha de cercóspora (CER), incidência de bicho mineiro (BM) e incidência de cochonilha da roseta (COCH); de média magnitude para as características porte (POR), escala geral (EG), grau de inclinação (GI) e seca de ponteiro/ramos (SP); e de alta magnitude para as características produtividade (PRO), maturação dos frutos (MAT), tamanho do grão (TG), vigor vegetativo da planta (VIG) e ferrugem (FER).

Ferrão et al. (2008c) e Ramalho et al. (2016) obtiveram estimativas de herdabilidade média de genótipo considerando sobrevivência completa (h^2_{mg}) para a característica produtividade em *C. canephora* comparáveis com as obtidas, indicando uma predominância do componente genético na expressão desta característica.

Tabela 2: Classificação da herdabilidade (h^2_{mg}) e acurácia (Acgen) quanto a magnitude.

herdabilidade (h^2_{mg})		acurácia (Acgen)	
Magnitude	Classificação	Magnitude	Classificação
0,01 a 0,14	Baixa	< 0,50	Baixa
0,15 a 0,49	Média	0,50 a 0,69	Moderada
> 0,49	Alta	0,70 a 0,89	Alta
		> 0,89	Muito Alta

Fonte: Adaptado de RESENDE; DUARTE (2015).

O parâmetro acurácia seletiva (Acgen), que indica a correlação entre os valores genéticos preditos e valores genéticos verdadeiros dos indivíduos, é de grande importância no estudo, estando relacionado à herdabilidade do caráter (RESENDE; DUARTE, 2015).

De acordo com sua classificação com base na magnitude (Tabela 2), os valores de acurácia (Acgen) (Tabela 1) foram baixos para porcentagem de frutos Boia (Bo), uniformidade de maturação dos frutos (UM), mancha de Cercóspora (CER), incidência de Bicho Mineiro (BM) e incidência de Cochonilha da Roseta (COCH); moderado para porte da planta (POR), escala

geral (EG), grau de inclinação (GI) e seca de ponteira/ramos (SP); e alto para produtividade (PRO), maturação dos frutos (MAT), tamanho do grão (TG), vigor vegetativo (VIG) e ferrugem (FER), caracterizando condição adequada para seleção, face à importância das referidas características no processo seletivo. Valores superiores a 0,7 mostram boa acurácia para seleção com apenas três colheitas. Para as demais características, faz-se necessário a avaliação de um maior número de colheitas para validação dos resultados. No anexo K encontra-se a performance média dos 62 genótipos com os valores genéticos para as 14 características.

Carias et al. (2016), avaliando a produtividade de oito famílias de meios irmão do programa de melhoramento do Incaper, Fazenda Experimental de Marilândia (FEM), obtida de dados experimentais de três safras, pela metodologia REML/BLUP, encontraram valores de 0,6979 e 0,4870 para acurácia genética (Acgen) e herdabilidade média de genótipo (h^2_{mg}), respectivamente. Posteriormente, Senra et al. (2020), também trabalhando com materiais genéticos do mesmo programa de melhoramento (27 clones), aplicando a metodologia dos modelos lineares mistos (REML/BLUP), estimou para as características produtividade, desfolha e porcentagem de plantas mortas 0,768, 0,385 e 0,577, respectivamente, para Acgen e 0,589, 0,148 e 0,333, respectivamente, para h^2_{mg} .

Carvalho et al. (2019), avaliando 20 progênies de irmãos completos, oriundas do cruzamento entre genótipos dos grupos botânicos conilon e robusta, em duas safras encontraram de 0,49 e 0,45 para Acgen, e herdabilidade média de genótipo considerando sobrevivência completa (h^2_{mg}) respectivamente para a característica produtividade. Esses valores de herdabilidade para produtividade foram próximos aos estimados na Costa do Marfim para *Coffea canephora* a partir dos cruzamentos entre grupos guineenses e congolezes (MONTAGNON et al., 2003).

4.2. SELEÇÃO GENÉTICA E ESTIMATIVA DE GANHOS SELEÇÃO

Na análise de seleção via índice de rank médio, adaptado de Mulamba e Mock, e índice aditivo, são estabelecidos o sentido da seleção e as importâncias econômicas relativas ou pesos dos caracteres. Assim, inicialmente definiu-se o peso para cada característica agrônômica, com base na sua importância e nos resultados de acurácia e de herdabilidade, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Peso econômico e sentido da seleção para análise de seleção via índice de rank médio, adaptado de Mulamba e Mock e índice aditivo para as 14 características estudadas.

Característica	Descrição	Sentido	Peso Econômico
PRO	Produtividade	maior	35
Bo	Porcentagem de Frutos Boia	nulo	0
MAT	Maturação dos frutos	nulo	0
TG	Tamanho do grão	maior	10
UM	Uniformidade de maturação dos frutos	nulo	0
POR	Porte da planta	menor	5
VIG	Vigor vegetativo da planta	maior	10
EG	Escala Geral	maior	15
GI	Grau de Inclinação	menor	10
FER	Ferrugem	menor	10
CER	Cercóspora	nulo	0
BM	Bicho mineiro	nulo	0
COCH	Cochonilha	nulo	0
SP	Seca do ponteiro	menor	5

Fonte: Elaborado pelo autor.

A relação dos genótipos ordenados pelo índice de seleção é mostrada na Tabela 3. Os ganhos de seleção variaram de 207,317 a 77,543 para o índice de rank médio, adaptado de Mulamba e Mock, e de 16,064 a 30,895 para o índice aditivo.

Adicionalmente, foi apresentado o ordenamento de todos os genótipos para cada característica, estimados com valores genéticos pelo BLUP (anexos B e C), e pelos componentes de média e BLUP individual (anexos D a H). Quanto à quantidade final dos genótipos, foi aplicado índice de seleção de 25%, selecionando assim 16 progênies com performance superior e com variabilidade genética. O ordenamento completo pode ser observado no anexo I.

Os altos ganhos encontrados podem ser função da alta variabilidade genética dos genótipos avaliados, o que se reflete no elevado diferencial de seleção e, conseqüentemente, na estimativa de ganhos elevados.

O índice de rank médio, adaptado de Mulamba e Mock, apresentou maior magnitude de ganhos de seleção, porém não houve diferenças significativas relacionadas aos materiais genéticos selecionados. No índice de rank médio, adaptado de Mulamba e Mock, foram

incluídos os genótipos 39 e 31 não inclusos pelo índice aditivo, sendo incluído neste os genótipos 12 e 26.

Entre os melhores genótipos ranqueados, tem-se o genitor de número 57 (clone 305 da cultivar Centenária ES8132, RNC 31001), que está na posição 9 pelo índice via rank médio, adaptado de Mulamba e Mock, e na posição 11 pelo índice aditivo.

Tabela 3. Ordenamento dos 25% melhores genótipos utilizando índices de seleção via rank médio, adaptado de Mulamba e Mock, e Índice Aditivo, com estimativas de ganhos genético em porcentagem (GS), através da avaliação conjunta das variáveis via REML/BLUP e, genealogia dos genótipos.

Mulamba e Mock				Aditivo			
Ordem	Genótipo	Genealogia	GS	Ordem	Genótipo	Genealogia	GS
1	7	Progênie do clone 80	207,317	1	7	Progênie do clone 80	30,895
2	52	Progênie do clone 153	205,455	2	52	Progênie do clone 153	27,756
3	6	Progênie do clone 139	191,892	3	6	Progênie do clone 139	26,033
4	48	Progênie do clone 76/2	179,224	4	48	Progênie do clone 76/2	25,028
5	40	Progênie do clone 80	171,552	5	13	Progênie do clone 80	23,723
6	42	Progênie do clone 76/2	153,266	6	40	Progênie do clone 80	22,823
7	13	Progênie do clone 80	136,461	7	42	Progênie do clone 76/2	21,985
8	17	Progênie do clone 153	124,000	8	27	Progênie do clone 139	21,248
9	57	Clone 76/1	115,180	9	8	Progênie do clone 80	20,466
10	27	Progênie do clone 139	107,921	10	37	Progênie do clone 106	19,723
11	38	Progênie do clone 76/2	102,336	11	57	Clone 76/1	19,104
12	37	Progênie do clone 106	97,776	12	38	Progênie do clone 76/2	18,514
13	8	Progênie do clone 80	93,732	13	17	Progênie do clone 153	17,949
14	39	Progênie do clone 79	88,562	14	12	Progênie do clone 25+8	17,315
15	31	Progênie do clone 76/1	82,697	15	26	Progênie do clone 76/2	16,662
16	49	Progênie do clone 79	77,543	16	49	Progênie do clone 79	16,064

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os demais ranqueados selecionados são progênies híbridas, demonstrando neste estudo a eficiência da estratégia de melhoramento pelo processo de seleção recorrente em gerar genótipos superiores. Os genótipos ranqueados como superiores ao tratamento 57 podem ser utilizados em ensaios finais para recomendação em futura cultivar, considerando ser superior ao clone lançado em cultivar.

Nos programas de melhoramento, pela estratégia de seleção recorrente, a amostra de progênies retirada da população sob seleção deve representar a sua variabilidade genética. Amostras pequenas podem acarretar perdas de alelos favoráveis ou a fixação de alelos indesejáveis (FALCONER, 1987). Por outro lado, amostras muito grandes podem ser impraticáveis em função do custo experimental.

Os altos valores dos ganhos genéticos obtidos com a utilização do índice Mulamba e Mock corroboram com os resultados de Carias et al. (2016), trabalho na mesma linha do programa de melhoramento genético de café conilon do Incaper.

Visando a determinar a estratégia seletiva mais adequada para produção de frutos de açazeiro, De Farias Neto et al. (2012) e Teixeira et al. (2012) verificaram que o índice de Mulamba e Mock é mais eficiente. Resultado similar foi encontrado com seleção simultânea para as características de fibra de algodoeiro (RESENDE et al., 2014).

4.3. ANÁLISE DE DIVERGÊNCIA GENÉTICA

O agrupamento dos genótipos foi realizado pelo método de otimização de Tocher, utilizando como medida de dissimilaridade genética a matriz de distâncias obtida pelo método de Mahalanobis (anexo J), com a utilização do conjunto das 14 características morfoagronômicas. Verificou-se a formação de 11 grupos distintos (Tabela 4). O grupo I reuniu 48 dos genótipos, o grupo III reuniu 3 genótipos, os grupos II e IV reuniram 2 genótipos enquanto os grupos V a XI reuniram apenas um genótipo, tendo entre eles dois genitores (clones 153 e 76/2). A genealogia completa dos genótipos pode ser observada no anexo A. Os genitores foram reunidos em grupos distintos, tendo no grupo I os genitores 57, 60, 61 e 62, no grupo VII o genitor 58 e no grupo IX o genitor 59. (Tabela 5). Vale relatar que as 56 progênies são oriundas de 11 genitores e que no trabalho somente estão sendo avaliados 6.

Este método tem a característica de formar grupos com apenas um genótipo, no caso dos genótipos com maior dissimilaridade, uma vez que este agrupamento é influenciado pela distância dos genótipos já agrupados (VASCONCELOS et al., 2007).

Os pares de genótipos 29 e 59 destacaram-se como os de maior distância genética e os de números 35 e 60 como os de menor distância (anexo J).

Carias et al. (2016), Ferrão (2004), Fonseca (1999b) e Ivoglo et al. (2008), trabalhando com clones de *C. canephora*, variedade conilon, também verificaram, respectivamente, a formação de 13, 10, 7 e 4 diferentes grupos de dissimilaridade genética. Fonseca et al. (2006), utilizando o mesmo método, agruparam 32 clones de café conilon (*C. canephora*), componentes de três variedades clonais melhoradas, em três grupos distintos, sendo o primeiro deles subdividido em 10 subgrupos.

Recentemente, Ferrão et al. (2021) caracterizaram e analisaram a diversidade genética de 600 acessos de *C. canephora* do banco ativo de germoplasma do Incaper com base em 38 características. No agrupamento usando o método de otimização Tocher, observaram a formação de 30 grupos. Com base num conjunto de caracteres relacionados à arquitetura da planta, produção e maturação dos frutos, Senra et al. (2020) e Ferrão et al. (2021) verificaram grande variabilidade genética entre os acessos do Banco Ativo de Germoplasma de *C. canephora* do Incaper.

Tabela 4. Agrupamentos entre 62 genótipos de *C. canephora*, obtido pelo método de otimização de Tocher, com base na matriz de Distancias de Mahalanobis Genéticas, considerando 14 características morfoagronômicas¹.

Grupo	Genótipos
I	1 2 4 5 6 7 8 9 12 13 14 17 18 19 20 21 22 23 25 26 27 28 30 31 32 33 34 35 36 38 40 42 43 44 46 47 48 49 50 51 52 53 55 56 57 60 61 62
II	16 24
III	10 39 45
IV	15 41
V	11
VI	3
VII	37
VIII	58
IX	59
X	29
XI	54

¹ produtividade (PRO), porcentagem de frutos boia (Bo), maturação dos frutos (MAT), tamanho do grão (TG), uniformidade de maturação dos frutos (UM), porte da planta (POR), vigor vegetativo da planta (VIG), escala

geral (EG), grau de inclinação (GI), ferrugem (FER), mancha de cercosporiose (CER), incidência de bicho mineiro (BM), incidência de cochonilha da roseta (COCH) e seca de ponteira/ramos (SP).

Tabela 5. Genealogia dos genótipos selecionados com respectivo grupo pelo método de Tocher, com base na matriz de Distancias de Mahalanobis Genéticas.

Genótipo	Grupo	Genealogia
6	I	Progênie do clone 139
27	I	Progênie do clone 139
17	I	Progênie do clone 153
52	I	Progênie do clone 153
12	I	Progênie do clone 25+8
31	I	Progênie do clone 76/1
38	I	Progênie do clone 76/2
42	I	Progênie do clone 76/2
48	I	Progênie do clone 76/2
26	I	Progênie do clone 76/2
49	I	Progênie do clone 79
13	I	Progênie do clone 80
7	I	Progênie do clone 80
8	I	Progênie do clone 80
40	I	Progênie do clone 80
39	III	Progênie do clone 79
37	VII	Progênie do clone 106

Elaborado pelo autor.

A genealogia completa dos genótipos pode ser observada no anexo A. Os genitores foram reunidos em grupos distintos: no grupo I os genitores 57, 60, 61 e 62; no grupo VII o genitor 58; e no grupo IX o genitor 59. (Tabela 5). Além dos genitores avaliados neste estudo, as progênies são oriundas destes e mais cinco, totalizando onze genitores divergentes.

Dos materiais selecionados (Tabela 4), estão no grupo I quinze progênies selecionadas, considerando os dois índices utilizados, no grupo III há presente uma progênie selecionada, e no grupo VII uma progênie selecionada. Importante destacar no grupo I, conforme Tabela 5, que neste agrupamento foram incluídas progênies oriundas de 7 progenitores diferentes. O genótipo 6 e 27 são progênies do clone 139, os genótipos 17 e 52 são progênies do clone 153, o genótipo 12 é progênie do clone 25+8, o genótipo 31 é progênie do clone 76/1, os genótipos 38, 42, 48 e 26 são progênies do clone 76/2, o genótipo 49 é progênie do clone 79 e os genótipos 13, 7, 8 e 40 são progênies do clone 80.

Algumas das progênies de meio irmãos selecionadas são oriundas do mesmo genitor feminino e de genitor masculino diferente. Contudo, considerando a autoincompatibilidade genética da espécie, essa questão deve ser estudada e analisada com o máximo de critério.

Na definição das progênies a serem agrupadas para formar uma nova cultivar híbrida clonal, deve-se atentar para a questão da autoincompatibilidade, sendo necessária a seleção de materiais geneticamente diferentes e compatíveis para garantir a eficiência da polinização, frutificação e produção adequadas (FERRÃO et al., 2017).

O total de grupos formados foram onze, com os genitores presentes em três destes grupos (Tabela 4) evidenciando neste estudo que a utilização da estratégia de seleção recorrente foi promissora para aumentar a variabilidade genética e para seleção de genótipos com características agronômicas superiores.

Verificou-se variabilidade genética entre os genótipos avaliados com o conjunto de dados deste trabalho. Estes resultados, associados à performance agronômica e adaptativa, são de grande importância no planejamento de programas direcionados à obtenção de híbridos heteróticos e populações melhoradas, pois subsidiam a indicação de genitores de grupos ou de subgrupos distintos a serem incluídos nos cruzamentos. Infere-se, entretanto, que cruzamentos entre clones de grupos distintos não oferecem garantia de obtenção de heterose, apesar de, na maioria dos casos, serem estes os cruzamentos de maior interesse (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

Considerando a proximidade genética das progênies selecionadas, recomenda-se que na composição de cultivares clonais não sejam utilizadas progênies geneticamente oriundas de parentais comuns. Adicionalmente, para garantir compatibilidade genética, eficiência de polinização e melhoria da base genética, recomenda-se a inclusão de novos genótipos com divergência genética na continuidade do processo de melhoramento pela estratégia de seleção recorrente.

5. CONCLUSÕES

As estimativas dos parâmetros genéticos mostraram a existência de variabilidade genética e potencial seletivo entre os genótipos de café conilon selecionados pela estratégia de seleção recorrente.

Com a utilização de índice de seleção de 25 % das progênies avaliadas, foram obtidos ganhos de seleção na ordem de 207,317 a 77,543 % pelo índice de seleção via rank médio, adaptado de Mulamba e Mock, e na ordem de 16,064 a 30,895 % pelo índice aditivo.

Foram selecionadas 17 progênies híbridas e um genitor com características agronômicas superiores. Contudo, algumas destas progênies apresentam um genitor em comum, o que deve ser considerado no processo de composição de cultivares clonais e seminais, em função da autoincompatibilidade genética da espécie.

Verificou-se divergência genética entre as progênies híbridas obtidas pela estratégia de melhoramento via seleção recorrente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R. W. Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo: **Edgard Blucher**, 1971. 381 p.

BATRA, L. R. Ecology of Ambrosia Fungi and Their Dissemination by Beetles. **Transactions of the Kansas Academy of Science (1903)**, v. 66, n. 2, p. 213, 1963.

BENASSI, V. L. R. M.; CARVALHO, C. H. S. DE. Preferência de ataque a frutos de *Coffea arabica* e *C. canephora* pela broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera, Scolytidae). **Revista de Agricultura**, v.69, n.1, p.103-111, 1994.

BERGAMIN, J. Contribuição para o conhecimento da biologia da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Col. Ipidae). **Arquivos do Instituto Biológico (Brasil)** v. 14 p. 31-72, 1943.

BERNARDO, R. **Breeding for Quantitative Traits in Plants**. 3rd edition. Woodbury, MN: Stemma Press, 2002. 369p.

BERTHAUD, J. L.'Incompatibilitê chez *Coffea canephora*: Méthode de test et déterminisme génétique. Cofé Cacao Thé. **Nogest-sur-Marne**, v. 24, n.1, p. 167-174. 1980.

BERTHAUD, J. et al. Utilization on *Coffea canephora* haploids: results of studies in progress: Report. **Association Scientifique Internationale du Café**, París (Francia). p. 453-458. 1988.

- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 6. ed. Viçosa, MG: UFV, 523 p. 2013.
- BRITES SENRA, J. F. et al. Seleção de clones de *Coffea canephora* para o processo de colheita mecanizada no norte do Espírito Santo. **Revista Ifes Ciência**, v. 6, n. 3, p. 45-58, 2020.
- BURBANO, E. G. Developing A Monitoring Tool To Understand The Seasonal Dynamics and Management Techniques to Estimate A Sampling Plan For *Xylosandrus compactus* (Eichhoff) in Hawaii. **Dissertation**, p. 1-157, 2010.
- CAPUCHO, A. S. **Epidemiologia e resistência do cafeeiro conilon à ferrugem**. 2011. 111f. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2011.
- CARIAS, C. M. DE O. M. **Seleção recorrente em café conilon via modelos mistos**. 2015. 90f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, RJ. 2015.
- CARIAS, C. M. O. M. et al. Predição de ganhos genéticos via modelos mistos em progênies de café conilon. **Coffee Science**, v. 11, n. 1, p. 39-45, 2016.
- CARVALHO, H. F. et al. Selection and genetic parameters for interpopulation hybrids between kouilou and robusta coffee. **Bragantia**, v. 78, n. 1, p. 52-59, 2019.
- CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Botanical Classification of Coffee. In: **Coffee**. Boston, MA: Springer US. p. 13-47. 1985.
- CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Principles and methods in coffea plant breeding: *Coffea canephora* Pierre. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). **Coffee: Agronomy**, London: Elsevier Applied Science, p. 167-197. 1988.
- CHUPP, C. A. **Monograph of the fungus Genus Cercospora**. Ithaca: Publicado pelo autor, 1954. 667 p.
- COGNATO, A. **Global Invasive Species Database (2021)**. Disponível em: <<http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Xylosandrus+compactus>>. Acesso em: 24 maio. 2021.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra Brasileira: café**. Brasília: Conab, v.7. 2021, 89 p.

CONAGIN, C. H. T. M.; MENDES, A. J. T. Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*: auto-incompatibilidade em *Coffea canephora* pierre ex froehner. **Bragantia**, v. 20, n. unico, p. 788-804, 1961.

COSTE, R. **Coffea: the plant and the product**. London: Macmillan, 1992. 328 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. S. C. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético** - 4. ed. Viçosa: Editora UFV, v. 2. 514p. 2012.

DA CUNHA, K. et al. Full-sib reciprocal recurrent selection in the maize populations Cimmyt and Piranão. **Genetics and Molecular Research**, v. 11, n. 3, p. 3398-3408, 2012.

DALCOMO, J. et al. Evaluation of genetic divergence among clones of conilon coffee after scheduled cycle pruning. **Genetics and Molecular Research**, v. 14, n. 4, p. 15417-15426, 2015.

DAMON, A. A review of the biology and control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). **Bulletin of Entomological Research**, v.90, p. 453-465, 2000.

DARÉ, J. C.; FORNAZIER, M. J. Ocorrência de coleobrocas (Coleoptera: Scolytidae) em ramos de cafeeiros conilon (*Coffea canephora*) na região central do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 31. **Anais...** Guarapari, ES: Consórcio Pesquisa Café. 2005.

DAVIS, A. P. et al. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data; implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 167, n. 4, p. 357-377. 2011.

DE FARIAS NETO, J. T. et al. Genetic parameters and selection gains for *Euterpe oleracea* in Juvenile phase. **Cerne**, v. 18, n. 3, p. 515-521, 2012.

FALCONER, D. S. **Introdução a genética quantitativa**. 1. ed. Viçosa, MG: UFV Imprensa Universitária, 279p. 1987.

FAZUOLI, L. C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, N.; YAMADA, J. (Eds.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade do cafeeiro**. Piracicaba, SP: POTAFOS, p. 87-113, 1986.

FEHR, W. R.; JUSTIN, J. R. Principles of Cultivar Development, vol. 2, Crop Species. **Soil Science**, v. 145, n. 5, p. 390, 1988.

FERNANDES, L. G. **Diversidade de Inimigos Naturais de Pragas do Cafeeiro em Diferentes Sistemas de Cultivo**. 2013. 200f. Tese (doutorado em Agronomia/Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2013.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H. **Conilon Coffee**, 3rd edition updated and expanded. Vitória: Incaper, 2019c. p. 973p.

FERRÃO, L. F. V. et al. Accurate genomic prediction of *Coffea canephora* in multiple environments using whole-genome statistical models. **Heredity**, v. 122, n. 3, p. 261-275, 2019a.

FERRÃO, M. A. G. et al. Variabilidade genética de progênes híbridas de *Coffea Canephora*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 9. **Anais...** Foz do Iguaçu. 2017.

FERRÃO, M. A. G. et al. Avaliação comparativa da adaptação de café arábica e conilon em local de transição entre as duas espécies no Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 10. **Anais...** Vitória. Consórcio Pesquisa Café, 2019.

FERRÃO, M. A. G. et al. Characterization and genetic diversity of *Coffea canephora* accessions in a germplasm bank in Espírito Santo, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 21, n. 2, 10p. e36132123, 2021.

FERRÃO, R. G. **Biometria aplicada ao melhoramento genético do café conilon**. 2004. 256f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2004.

FERRÃO, R. G. et al. Parâmetros genéticos em café conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 61-69, 2008.

FIALHO, G. S. **Análises biométricas em grãos de café conilon**. 2011. 89f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2011.

FONSECA, A. F. A. et al. Cultivo de *Coffea canephora* conduzido com arqueamento de plantas jovens em condição de sequeiro e irrigado. In: simpósio de pesquisa dos cafés do brasil, 8, 2013, Salvador, BA. **Resumos expandidos...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2013.

- FONSECA, A. F. A. DA. **Análises biométricas em café conilon** (*Coffea canephora* Pierre). 1999. 121f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1999.
- FONSECA, A. F. A. DA. et al. Divergência genética em café conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 599-605, 2006.
- FONSECA, A. F. A. DA et al. **Conilon Vitória - Incaper 8142: Variedade clonal de café Conilon**. Vitória, ES: INCAPER, 24p. 2004.
- FORNAZIER, M. J. et al. Pragas do café conilon. In: FERRÃO, R. G. et al. **Café conilon: Técnicas de produção com variedades melhoradas**. 3. ed. Vitória, ES: Incaper, 2007. p. 405-449.
- FORNAZIER, M. J. et al. Manejo de Pragas do Café Conilon. In: FERRÃO, R. G. et al. **Café Conilon**. 2. ed. Vitória, ES: Incaper, 2017. p. 784.
- FORNAZIER, M. J. et al. **Manejo da cochonilha-da-roseta em café conilon**. Incaper. Documento nº 256. 2018, p. 5.
- FREITAS, I. L. J. et al. Genetic gains in the UENF-14 popcorn population with recurrent selection. **Genetics and Molecular Research**, v. 13, n. 1, p. 518-527, 2014.
- GIRANTON, J. L. et al. Membrane proteins involved in pollen-pistil interactions. **Biochimie**, v. 81, n. 6, p. 675-680, 1999.
- GODOY, C. V.; BERGAMIN FILHO, A.; SALGADO, C. L. Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H. ET AL. **Manual de fitopatologia, doenças das plantas cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. p. 184-200.
- GONÇALVES, L.S.A. et al. Comparison of multivariate statistical algorithms to cluster tomato heirloom accessions. **Genetics and Molecular Research**. v.7, n.4, p. 1289-1297, 2008.
- GÓMEZ, J. et al. The coffee berry borer (Coleoptera: Curculionidae): How many instars are there? **Annals of the Entomological Society of America**, v. 108, n. 3, p. 311-315, 2015.
- GRECO, E. B.; WRIGHT, M. G. Ecology, biology, and management of *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) with emphasis on coffee in Hawaii. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 6, n. 1, p. 7, 2015.
- HARA, A. H. **Biology and rearing of the black twig borer, *Xylosandrus compactus* (Eichhoff) in Hawaii**. M.S. thesis. University of Hawaii at Manoa, HI. 154 p. 1977.

HARA, A. H.; BEARDSLEY, JR. W. JR. J. W. The Biology of the Black Twig Borer, *Xylosandrus compactus* (Eichhoff), in Hawaii. **Proceedings of the Hawaiian Entomological Society**, v. 13, n. 1, p. 55-70, 1979.

HULL, F. H. Recurrent Selection for Specific Combining Ability in Corn. **Agronomy Journal**, v. 37, n. 2, p. 134-145, 1945.

IBGE | Resultados do Censo Agro 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/pesquisa/15/11895>>. Acesso em: 5 maio. 2021.

INFANTE, F.; PÉREZ, J.; VEGA, F. E. Redirect research to control coffee pest. **Nature**, v. 489, n. 7417, p. 502-502, 2012.

IVOGLO, M. G. et al. Genetic divergence among robusta coffee progenies. **Bragantia**, v. 67, n. 4, p. 823-831, 2008.

JARAMILLO, J. et al. Thermal tolerance of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*: Predictions of climate change impact on a tropical insect pest. **PLoS ONE**, v. 4, n. 8, p. 6487, 2009.

KRAUSE, W. et al. Ganho de seleção no melhoramento genético intrapopulacional do maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 51-57, 2012.

LEROY, T. et al. Reciprocal recurrent selection applied to *Coffea canephora* Pierre. I. Characterization and evaluation of breeding populations and value of intergroup hybrids. **Euphytica**, v. 67, n. 1-2, p. 113-125, 1993.

LEROY, T. et al. Reciprocal recurrent selection applied to *Coffea canephora* Pierre. III. Genetic gains and results of first cycle intergroup crosses. **Euphytica**, v. 95, n. 3, p. 347-354, 1997.

LEROY, T.; CHARMETANT, P.; YAPO, A. Application de la sélection récurrente réciproque au caféier *Coffea canephora* Pierre: premiers résultats du programme réalisé en Côte d'Ivoire. **Café, Cacao, Thé**, v. 35, n. 2, p. 95-103, 1991.

LEWIS, D. Comparative Incompatibility in Angiosperms and Fungi. **Advances in Genetics**, v. 6, p. 235-285, 1954.

LUCAS, M. B. et al. Perdas de peso no processo de beneficiamento do café em consequência do ataque da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera - Scolytidae). **Ciência e Prática**, v. 13, p. 314-321, 1989.

- LYNCHE, M.; WALSH, B. **Genetics and analysis of quantitative traits**. Massachusetts, USA. 1998. 874p.
- MAHALANOBIS, P. On the generalized distance in statistics. **Nationa Institute of Sciences of india**, v. 2, p. 49-55, 1936.
- MATHIEU, F. et al. Effect of physiological status on olfactory and visual responses of female *Hypothenemus hampei* during host plant colonization. **Physiological Entomology**, v. 26, n. 3, p. 189-193, 2001.
- MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo. Coleção do agricultor. Publicações Globo Rural**. São Paulo Brasil: Editora Globo, 1991. 320p.
- MATIELLO, J. B.; FREITAS, J. L. Ocorrência de broca dos ramos do cafeeiro, em lavouras de conilon no norte do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 31. **Anais...** Guarapari, ES: Consórcio Pesquisa Café. 2005.
- MATIELLO, J. B.; NEVES, A. M. B.; SILVA, C. A. M. Ocorrência da broca de ramos, *Xylosandrus compactus* em cafeeiros robusta no sul da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25. **Anais...** Franca, SP: Consórcio Pesquisa Café. 1999.
- Mistro, J.C. **Estimativas de parâmetros genéticos visando o melhoramento do café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex. A. Froehner)**. 2013. 152f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 2013.
- MONTAGNON, C. et al. Heritability of *Coffea canephora* yield estimated from several mating designs. **Euphytica**, v. 133, n. 2, p. 209-218, 2003.
- MORAES, M. S. et al. Characterization of gametophytic self-incompatibility of superior clones of *Coffea canephora*. **Genetics and Molecular Research**, v. 17, n. 1, 2018.
- NAKANO, O. et al. Revisão sobre o conceito de controle químico da broca do café (*Hypothenemus hampei* Ferr. 1867) (Coleoptera, Anabiidae). In: 4º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS. Caxambu, MG. **Anais...** Caxambu, MG: Consórcio Pesquisa Café. 1976.
- NELSON, S. C. Cercospora leaf spot and berry blotch of coffee. **Plant Disease**, PD-41, June 2008. Disponível em: <<http://www.ctahr.hawaii.edu/freepubs>>. Acesso em: 20 maio. 2021.

NGOAN, N. D. et al. Biology of an Introduced Ambrosia Beetle, *Xylosandrus compactus*, 1 in Florida 2. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 69, n. 5, p. 872-876, 1976.

OIC, I. C. O. **Relatório sobre o mercado de café**. Disponível em: http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/relatorio_oic_fevereiro_2021.pdf. Acesso em: 28 abr. 2021.

PARTELLI, F. L. et al. Seasonal vegetative growth of different age branches of conilon coffee tree. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 619, 2010.

PARTELLI, F. L. et al. Seasonal Vegetative Growth in Genotypes of *Coffea canephora*, as Related to Climatic Factors. **Journal of Agricultural Science**, v. 5, n. 8, 2013.

PETEK, M. R.; SERA, T.; DE BATISTA FONSECA, I. C. Prediction of genetic additive values for development of a coffee cultivar with increased rust resistance. **Bragantia**, v. 67, n. 1, p. 133-140, 2008.

PIERRE, L. S. R. **Níveis populacionais de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) e *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) e a ocorrência de seus parasitoides em sistemas de produção de café orgânico e convencional**. 2011. 96f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 2011.

PONTE, S. The “Latte Revolution”? Regulation, markets and consumption in the global coffee chain. **World Development**, v. 30, n. 7, p. 1099-1122, 2002.

PREZOTTI, L. C. et al. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo - 5ª aproximação**. Vitória, ES, SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 305p. 2007.

RAMALHO, A. R. et al. Progresso genético com seleção de clones de café conilon no Estado de Rondônia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 7. **Anais...** Araxá, MG: Consórcio Pesquisa Café. 2011.

RAMALHO, A. R. et al. Genetic gain in the productivity of processed coffee from the selection of clones of “Conilon” coffee. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 516-523, 2016.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, Â. DE F. B.; DOS SANTOS, J. B. Genetic progress after four cycles of recurrent selection for yield and grain traits in common bean. **Euphytica**, v. 144, n. 1-2, p. 23-29, 2005.

RANGEL, R. et al. Genetic parameters in parents and hybrids of circulant diallel in popcorn. **Genetics and Molecular Research**, v. 7, n. 4, p. 1020-1030, 2008.

RANGEL, R. M. et al. Biometric analysis of selection gains in popcorn population of the fifth cycle of recurrent selection. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 42, n. 2, p. 473-481, 2011.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. B. et al. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade do cafeeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1986. v. 11p. 13-85.

RESENDE, M. A. V. DE et al. Divergência genética e índice de seleção via BLUP em acessos de algodoeiro para características tecnológicas da fibra. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 3, p. 334-640, 2014.

RESENDE, M. D. V. DE et al. Estimativas de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos no melhoramento do cafeeiro pelo procedimento REML/BLUP. **Bragantia**, v. 60, n. 3, p. 185-193, 2001.

Resende, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.

RESENDE, M. D. V. DE. **SELEGEN-REML/BLUP. Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada via Modelos Lineares Mistos**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2007a. 359 p.

RESENDE, M. D. V. et al. **Seleção Genômica Ampla (GWS) via Modelos Mistos (REML/BLUP), Inferência Bayesiana (MCMC), Regressão Aleatória Multivariada (RRM) e Estatística Espacial**. 2012. 291f. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa/Departamento de Estatística. 2012.

RESENDE, M. D. V. DE. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 16, n. 4, p. 330-339, 2016.

RESENDE, M. D. V. DE; DIAS, L. A. S. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos aditivos e genotípicos em espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, p. 44-52, 2000.

RESENDE, M. D. V. DE; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.

- RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo - PR. p. 362, 2007.
- RIBEIRO, R. M. R. M. et al. Genetic progress in the UNB-2U population of popcorn under recurrent selection in Rio de Janeiro, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 11, n. 2, p. 1417-1423, 2012.
- RIVA-SOUZA, E. M. et al. Café conilon na região serrana do estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 10., **Anais...** Vitória, ES: Consórcio Pesquisa Café. 2019.
- ROCHA, R. B. et al. Caracterização e uso da variabilidade genética de banco ativo de germoplasma de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. **Coffee Science**, v. 8, p. 478-485, 2013.
- RONCHI, C. P.; DAMATTA, F. M. Aspectos fisiológicos do café Conilon. In: FERRÃO, R. G. et al. **Café Conilon**. Vitória, ES: Incaper, 2007. p. 95-115.
- RUDINSKY, J. A. Ecology of Scolytidae. **Annual Review of Entomology**, v. 7, n. 1, p. 327-348, 1962.
- SANTA-CECÍLIA, L. V. C. et al. **Cochonilhas-farinentas em cafeeiros: bioecologia, danos e métodos de controle**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 48 p.
- SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; REIS, P. R.; SOUZA, J. C. Sobre a nomenclatura das espécies de cochonilhas-farinentas do cafeeiro nos estados de minas gerais e espírito santo. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 2, p. 333-334, 2002.
- SANTOS, G. A. DOS. **Interação genótipos x ambientes para produtividade de híbridos multi-espécies de eucalipto no rio grande do sul**. 2012. 128f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 2012.
- SENRA, J. F. DE B. et al. Genetic Variability of Access of the Active Germplasm Bank of *Coffea canephora* of Incaper in Southern Espírito Santo. **Journal of Genetic Resources**, v. 6, n. 2, p. 172-184, 2020.
- SERA, T.; ALTEIA, M. Z.; PETEK, M. R. Melhoramento do cafeeiro: variedades melhoradas no Estado do Paraná (IAPAR). In: ZAMBOLIN, L. et al. **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: UFV - Departamento de fitopatologia, 2002. p. 217-251.

- SIX, D. L. Ecological and Evolutionary Determinants of Bark Beetle —Fungus Symbioses. **Insects**, v. 3, n. 1, p. 339-366, 2012.
- SMITH, A. B.; CULLIS, B. R.; THOMPSON, R. The analysis of crop cultivar breeding and evaluation trials: an overview of current mixed model approaches. **The Journal of Agricultural Science**, v. 143, n. 6, p. 449-462, 2005.
- SOUZA, A. G. C. et al. Infection process of *Cercospora coffeicola* on coffee leaf. **Journal of Phytopathology**, v. 159, n. 1, p. 6-11, 2011.
- TAQUES, R. C.; DADALTO, G. G. Zoneamento agroclimático para a cultura do café conilon no Estado do Espírito Santo. In: FERRÃO, R. G. et al. **Café Conilon**. Vitória, ES: Incaper, 2007. p. 53-63.
- TEIXEIRA, D. H. L. et al. Selection index for simultaneously improving fruit production components of assai palm. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 2, p. 237-243, 2012.
- VASCONCELOS, E. S. DE et al. Método alternativo para análise de agrupamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 10, p. 1421-1428, 2007.
- VENTURA, J. A. Doenças. In: COSTA, E. B. DA. et al. **Manual Técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo**. Vitória, ES: SEAG, 1995. p. 82-89.
- VENTURA, J. A.; COSTA, H.; LIMA, I. DE M. Manejo das Doenças do Cafeeiro Conilon. In: FERRÃO, R. G. et al. **Café Conilon**. 2 ed ed. Vitória, ES: Incaper, 2017. p. 784.
- VICENTINI, V. B. et al. Estimativas de ganhos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos de *Coffea canephora*. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 9. **Anais...** Curitiba, PR: Consórcio Pesquisa Café. 2015.
- WOOD, S. L. Great Basin Naturalist Memoirs: The Bark and Ambrosia Beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a Taxonomic Monograph. **Great Basin Naturalist Memoirs**, v. 6, n. No. 6, p. 1362.
- YOKOYAMA, M. et al. Avaliação de danos causados pela broca do café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 6. **Anais...** Ribeirão Preto: Consórcio Pesquisa Café. 1978.
- ZAMBOLIM, L. et al. Manejo integrado das doenças do conilon (*Coffea canephora*). In: ZAMBOLIM, L. **Tecnologias para produção do café Conilon**. Viçosa, MG: UFV, 2009. p. 45.

ZAMBOLIM, L. Manejo de doenças. In: FONSECA, A. F. A. DA et al. **Café Conilon: do plantio à colheita.** Viçosa, MG: UFV, 2015. p. 114-137.

7. ANEXO.

Anexo A. Genealogia completa dos genótipos.

Tratamento	Genealogia	Tratamento	Genealogia	Tratamento	Genealogia
1	Progênie do clone 79	24	Progênie do clone 153	47	Progênie do clone 153
2	Progênie do clone 76/1	25	Progênie do clone 153	48	Progênie do clone 76/2
3	Progênie do clone 80	26	Progênie do clone 76/2	49	Progênie do clone 79
4	Progênie do clone 76/1	27	Progênie do clone 139	50	Progênie do clone 79
5	Progênie do clone 45	28	Progênie do clone 153	51	Progênie do clone 76/2
6	Progênie do clone 139	29	Progênie do clone 153	52	Progênie do clone 153
7	Progênie do clone 80	30	Progênie do clone 153	53	Progênie do clone 76/2
8	Progênie do clone 80	31	Progênie do clone 76/1	54	Progênie do clone 76/1
9	Progênie do clone 76/1	32	Progênie do clone 80	55	Progênie do clone 76/1
10	Progênie do clone 79	33	Progênie do clone 80	56	Progênie do clone 76/2
11	Progênie do clone 76/2	34	Progênie do clone 99	57	Clone progenitor 76/1
12	Progênie do clone 25+8	35	Progênie do clone 99	58	Clone progenitor 153
13	Progênie do clone 80	36	Progênie do clone 80	59	Clone progenitor 76/2
14	Progênie do clone 25+8	37	Progênie do clone 106	60	Clone progenitor 79
15	Progênie do clone 80	38	Progênie do clone 76/2	61	Clone progenitor 80
16	Progênie do clone 106	39	Progênie do clone 79	62	Clone progenitor 139/86
17	Progênie do clone 153	40	Progênie do clone 80	-	Clone progenitor 25+8
18	Progênie do clone 153	41	Progênie do clone 80	-	Clone progenitor 106/86
19	Progênie do clone 79	42	Progênie do clone 76/2	-	Clone progenitor 45/86
20	Progênie do clone 153	43	Progênie do clone 106	-	Clone progenitor 21+21
21	Progênie do clone 76/2	44	Progênie do clone 80	-	Clone progenitor 99/86
22	Progênie do clone 153	45	Progênie do clone 79		
23	Progênie do clone 139	46	Progênie do clone 79		

Anexo B. Ordenamento de todos os genótipos para cada característica, estimados pelos valores genéticos pelo BLUP para todos os locais e medições, considerando o sentido da seleção para as características produtividade (PRO), porcentagem de frutos Boia (Bo), maturação dos frutos (MAT), tamanho do grão (TG), uniformidade de maturação dos frutos (UM), porte da planta (POR) e vigor vegetativo da planta (VIG).

PRO		Bo		MAT		TG		MAT		POR		VIG	
Ordem	Genótipo	Ordem	Genótipo	Ordem	Genótipo	Ordem	Genótipo	Ordem	Genótipo	Ordem	Genótipo	Ordem	Genótipo
1	7	62	48	1	45	1	28	62	33	62	62	1	6
2	6	61	41	2	44	2	22	61	25	61	36	2	7
3	13	60	7	3	19	3	7	60	21	60	57	3	37
4	27	59	12	4	20	4	47	59	8	59	61	4	13
5	48	58	57	5	58	5	54	58	15	58	54	5	40
6	8	57	61	6	31	6	29	57	40	57	38	6	52
7	42	56	13	7	60	7	58	56	17	56	40	7	17
8	52	55	31	8	41	8	52	55	35	55	58	8	12
9	12	54	15	9	32	9	25	54	59	54	17	9	48
10	38	53	37	10	39	10	48	53	54	53	6	10	27
11	53	52	45	11	35	11	5	52	52	52	46	11	31
12	5	51	38	12	49	12	42	51	41	51	32	12	33
13	37	50	2	13	37	13	20	50	57	50	31	13	39
14	15	49	44	14	38	14	14	49	45	49	42	14	10
15	41	48	43	15	14	15	26	48	53	48	27	15	26
16	45	47	32	16	46	16	30	47	61	47	47	16	42
17	40	46	5	17	6	17	17	46	13	46	48	17	21
18	26	45	17	18	56	18	53	45	18	45	9	18	8
19	35	44	8	19	26	19	18	44	31	44	39	19	45
20	17	43	26	20	12	20	57	43	36	43	55	20	14
21	44	42	40	21	43	21	11	42	3	42	20	21	57
22	57	41	50	22	5	22	51	41	9	41	2	22	1
23	60	40	47	23	34	23	49	40	60	40	11	23	49
24	43	39	39	24	3	24	34	39	23	39	28	24	18

25	61	38	34	25	10	25	62	38	1	38	52	25	55
26	1	37	60	26	50	26	44	37	24	37	7	26	9
27	31	36	35	27	17	27	37	36	48	36	51	27	59
28	19	35	28	28	47	28	23	35	10	35	3	28	60
29	49	34	18	29	28	29	59	34	16	34	30	29	41
30	18	33	25	30	59	30	55	33	7	33	8	30	19
31	22	32	6	31	48	31	61	32	49	32	59	31	15
32	47	31	42	32	42	32	1	31	51	31	4	32	16
33	50	30	23	33	36	33	46	30	39	30	49	33	35
34	39	29	27	34	4	34	13	29	2	29	29	34	34
35	59	28	55	35	21	35	4	28	12	28	5	35	2
36	32	27	14	36	30	36	21	27	34	27	37	36	51
37	23	26	21	37	40	37	6	26	55	26	15	37	38
38	28	25	9	38	57	38	27	25	22	25	16	38	50
39	51	24	36	39	61	39	2	24	62	24	14	39	56
40	21	23	10	40	52	40	40	23	42	23	34	40	44
41	10	22	19	41	23	41	9	22	26	22	21	41	32
42	2	21	22	42	22	42	8	21	56	21	41	42	25
43	34	20	51	43	2	43	15	20	28	20	53	43	23
44	14	19	49	44	62	44	24	19	43	19	35	44	5
45	9	18	30	45	7	45	43	18	14	18	56	45	30
46	62	17	52	46	29	46	32	17	5	17	43	46	22
47	58	16	29	47	1	47	19	16	46	16	24	47	62
48	25	15	53	48	55	48	10	15	6	15	44	48	20
49	56	14	46	49	51	49	33	14	50	14	18	49	46
50	36	13	58	50	13	50	36	13	30	13	60	50	36
51	16	12	59	51	11	51	16	12	19	12	33	51	61
52	33	11	1	52	16	52	38	11	27	11	19	52	43
53	3	10	20	53	8	53	45	10	47	10	10	53	53

54	20	9	3	54	15	54	3	9	20	9	23	54	28
55	46	8	33	55	27	55	39	8	37	8	45	55	54
56	55	7	56	56	18	56	60	7	58	7	50	56	47
57	30	6	62	57	25	57	56	6	44	6	25	57	58
58	4	5	11	58	53	58	50	5	38	5	13	58	4
59	11	4	4	59	9	59	12	4	32	4	22	59	11
60	54	3	16	60	24	60	35	3	29	3	26	60	24
61	29	2	54	61	54	61	31	2	4	2	12	61	3
62	24	1	24	62	33	62	41	1	11	1	1	62	29

Anexo C. Ordenamento de todos os genótipos para cada característica, estimados pelos valores genéticos pelo BLUP individual para todos os locais e medições, considerando o sentido da seleção para as características escala geral (EG), grau de inclinação (GI), ferrugem (FER), mancha de Cercosporiose (CER), incidência de Bicho Mineiro (BM), incidência de Cochonilha da Roseta (COCH) e seca de ponteira/ramos (SP).

EG		GI		FER		CER		BM		COCH		SP	
Ordem	Genótipo	Ordem	Genótipo	Ordem	Genótipo	Ordem	Genótipo	Ordem	Genótipo	Ordem	Genótipo	Ordem	Genótipo
1	52	62	48	62	58	62	58	62	58	62	52	62	39
2	48	61	54	61	54	61	15	61	41	61	9	61	38
3	7	60	51	60	57	60	56	60	34	60	62	60	52
4	42	59	40	59	62	59	52	59	51	59	33	59	37
5	6	58	11	58	40	58	32	58	28	58	24	58	48
6	40	57	34	57	39	57	57	57	54	57	22	57	49
7	27	56	50	56	31	56	40	56	49	56	53	56	6
8	13	55	12	55	13	55	16	55	62	55	25	55	45
9	59	54	33	54	52	54	54	54	56	54	30	54	7
10	49	53	41	53	42	53	2	53	31	53	14	53	60
11	17	52	13	52	38	52	26	52	12	52	16	52	12
12	35	51	9	51	9	51	35	51	55	51	20	51	58
13	8	50	52	50	16	50	22	50	29	50	18	50	42

14	60	49	38	49	6	49	14	49	3	49	55	49	31
15	12	48	37	48	10	48	62	48	23	48	45	48	35
16	22	47	8	47	26	47	47	47	20	47	8	47	17
17	51	46	45	46	35	46	25	46	36	46	61	46	56
18	33	45	39	45	59	45	4	45	21	45	1	45	50
19	26	44	15	44	8	44	59	44	40	44	57	44	40
20	21	43	57	43	7	43	38	43	57	43	49	43	57
21	19	42	55	42	34	42	46	42	19	42	48	42	51
22	1	41	46	41	27	41	49	41	22	41	38	41	19
23	9	40	61	40	22	40	60	40	18	40	19	40	43
24	18	39	6	39	45	39	44	39	6	39	3	39	59
25	62	38	49	38	53	38	33	38	30	38	54	38	14
26	38	37	1	37	56	37	45	37	25	37	35	37	20
27	30	36	44	36	18	36	28	36	52	36	6	36	41
28	57	35	36	35	2	35	51	35	11	35	17	35	34
29	14	34	7	34	60	34	18	34	46	34	15	34	13
30	45	33	31	33	17	33	7	33	61	33	21	33	32
31	37	32	10	32	51	32	17	32	44	32	29	32	21
32	39	31	27	31	19	31	42	31	2	31	40	31	8
33	55	30	23	30	47	30	39	30	7	30	56	30	27
34	2	29	18	29	37	29	30	29	32	29	26	29	46
35	25	28	22	28	30	28	13	28	14	28	31	28	25
36	34	27	14	27	12	27	41	27	8	27	4	27	2
37	31	26	5	26	29	26	5	26	9	26	12	26	55
38	20	25	35	25	49	25	20	25	38	25	23	25	62
39	32	24	21	24	55	24	36	24	24	24	51	24	26
40	50	23	30	23	28	23	31	23	17	23	36	23	16
41	56	22	19	22	21	22	29	22	35	22	44	22	5
42	46	21	60	21	20	21	11	21	16	21	27	21	33

43	16	20	43	20	33	20	21	20	59	20	5	20	44
44	5	19	32	19	50	19	8	19	43	19	47	19	36
45	58	18	24	18	25	18	55	18	37	18	34	18	47
46	10	17	62	17	36	17	48	17	26	17	11	17	61
47	15	16	3	16	48	16	12	16	53	16	10	16	15
48	53	15	17	15	41	15	53	15	15	15	46	15	30
49	54	14	26	14	5	14	6	14	33	14	7	14	54
50	61	13	2	13	32	13	10	13	27	13	50	13	18
51	44	12	25	12	14	12	61	12	4	12	2	12	1
52	43	11	28	11	1	11	37	11	60	11	28	11	9
53	47	10	16	10	4	10	9	10	5	10	42	10	22
54	4	9	42	9	46	9	27	9	50	9	13	9	53
55	23	8	4	8	61	8	24	8	47	8	60	8	10
56	41	7	47	7	15	7	43	7	48	7	43	7	29
57	36	6	53	6	3	6	19	6	42	6	39	6	4
58	28	5	59	5	24	5	50	5	45	5	41	5	28
59	11	4	56	4	43	4	1	4	13	4	32	4	3
60	3	3	29	3	11	3	23	3	10	3	37	3	23
61	24	2	58	2	44	2	34	2	39	2	58	2	24
62	29	1	20	1	23	1	3	1	1	1	59	1	11

Anexo D. Ordenamento de todos os genótipos para cada característica com componentes de média (BLUP Individual) para todos os locais e medições, considerando o sentido da seleção para as características produtividade (PRO), porcentagem de frutos boa (Bo) e maturação dos frutos (MAT).

Genótipo	PRO			Ordem	Genótipo	Bo			Ordem	Genótipo	MAT		
	$g^{(1)}$	$u + g^{(2)}$	$u+g+gem^{(3)}$			$g^{(1)}$	$u + g^{(2)}$	$u+g+gem^{(3)}$			$g^{(1)}$	$u + g^{(2)}$	$u+g+gem^{(3)}$
7	13,15	55,21	56,61	62	48	-0,25	14,22	10,22	1	45	0,23	4,09	4,10
6	8,64	50,70	51,62	61	41	-0,20	14,27	10,98	2	44	0,21	4,07	4,07
13	7,63	49,70	50,51	60	7	-0,20	14,27	11,07	3	19	0,19	4,04	4,05

27	7,36	49,42	50,20	59	12	-0,19	14,29	11,27	4	20	0,19	4,04	4,05
48	7,17	49,24	50,00	58	57	-0,18	14,29	11,33	5	58	0,16	4,02	4,02
8	6,86	48,93	49,65	57	61	-0,18	14,30	11,45	6	31	0,16	4,02	4,02
42	6,61	48,67	49,37	56	13	-0,18	14,30	11,45	7	60	0,14	3,99	4,00
52	6,29	48,36	49,03	55	31	-0,17	14,30	11,48	8	41	0,14	3,99	4,00
12	6,06	48,13	48,77	54	15	-0,16	14,32	11,80	9	32	0,14	3,99	4,00
38	5,32	47,39	47,95	53	37	-0,15	14,32	11,86	10	39	0,14	3,99	4,00
53	5,23	47,29	47,84	52	45	-0,15	14,33	11,97	11	35	0,14	3,99	4,00
5	5,06	47,13	47,66	51	38	-0,13	14,34	12,24	12	49	0,11	3,97	3,97
37	4,54	46,61	47,09	50	2	-0,12	14,35	12,47	13	37	0,11	3,97	3,97
15	4,48	46,55	47,02	49	44	-0,11	14,36	12,50	14	38	0,11	3,97	3,97
41	4,34	46,41	46,87	48	43	-0,11	14,36	12,56	15	14	0,09	3,95	3,95
45	3,90	45,97	46,38	47	32	-0,11	14,36	12,59	16	46	0,09	3,95	3,95
40	3,75	45,82	46,21	46	5	-0,10	14,37	12,70	17	6	0,06	3,92	3,92
26	3,68	45,74	46,13	45	17	-0,10	14,37	12,76	18	56	0,06	3,92	3,92
35	3,41	45,48	45,84	44	8	-0,08	14,39	13,03	19	26	0,06	3,92	3,92
17	3,26	45,33	45,67	43	26	-0,07	14,40	13,23	20	12	0,06	3,92	3,92
44	3,17	45,23	45,57	42	40	-0,07	14,40	13,26	21	43	0,06	3,92	3,92
57	2,57	44,63	44,91	41	50	-0,07	14,40	13,32	22	5	0,04	3,90	3,90
60	2,43	44,50	44,75	40	47	-0,06	14,41	13,43	23	34	0,04	3,90	3,90
43	2,31	44,38	44,62	39	39	-0,06	14,41	13,46	24	3	0,01	3,87	3,87
61	2,28	44,35	44,59	38	34	-0,04	14,43	13,78	25	10	0,01	3,87	3,87
1	1,96	44,02	44,23	37	60	-0,04	14,43	13,81	26	50	0,01	3,87	3,87
31	1,87	43,94	44,13	36	35	-0,04	14,43	13,84	27	17	0,01	3,87	3,87
19	1,82	43,89	44,08	35	28	-0,03	14,44	13,93	28	47	0,01	3,87	3,87
49	1,39	43,45	43,60	34	18	-0,03	14,44	13,99	29	28	0,01	3,87	3,87
18	0,86	42,93	43,02	33	25	-0,03	14,44	14,02	30	59	-0,01	3,85	3,85
22	0,60	42,67	42,73	32	6	-0,01	14,46	14,22	31	48	-0,01	3,85	3,85
47	0,24	42,31	42,34	31	42	-0,01	14,46	14,25	32	42	-0,01	3,85	3,85

50	-0,45	41,62	41,57	30	23	-0,01	14,46	14,28	33	36	-0,04	3,82	3,82
39	-0,60	41,46	41,40	29	27	-0,01	14,46	14,31	34	4	-0,04	3,82	3,82
59	-0,63	41,44	41,37	28	55	-0,01	14,47	14,37	35	21	-0,04	3,82	3,82
32	-0,94	41,13	41,03	27	14	-0,01	14,47	14,37	36	30	-0,04	3,82	3,82
23	-1,18	40,89	40,76	26	21	0,00	14,47	14,46	37	40	-0,05	3,81	3,81
28	-1,37	40,69	40,55	25	9	0,01	14,48	14,60	38	57	-0,06	3,80	3,80
51	-1,40	40,67	40,52	24	36	0,01	14,48	14,60	39	61	-0,06	3,80	3,80
21	-1,52	40,55	40,38	23	10	0,01	14,48	14,63	40	52	-0,06	3,80	3,80
10	-2,08	39,99	39,77	22	19	0,01	14,48	14,66	41	23	-0,06	3,80	3,80
2	-2,18	39,88	39,65	21	22	0,01	14,48	14,69	42	22	-0,06	3,80	3,80
34	-2,39	39,67	39,42	20	51	0,02	14,49	14,75	43	2	-0,06	3,80	3,80
14	-2,59	39,47	39,20	19	49	0,02	14,49	14,75	44	62	-0,06	3,80	3,80
9	-2,87	39,19	38,89	18	30	0,02	14,49	14,84	45	7	-0,06	3,80	3,80
62	-3,01	39,05	38,74	17	52	0,04	14,51	15,15	46	29	-0,08	3,77	3,77
58	-3,18	38,89	38,55	16	29	0,04	14,51	15,19	47	1	-0,08	3,77	3,77
25	-4,30	37,77	37,31	15	53	0,05	14,52	15,30	48	55	-0,08	3,77	3,77
56	-4,54	37,53	37,05	14	46	0,05	14,52	15,34	49	51	-0,08	3,77	3,77
36	-5,08	36,99	36,45	13	58	0,06	14,53	15,51	50	13	-0,08	3,77	3,77
16	-5,09	36,97	36,43	12	59	0,07	14,55	15,74	51	11	-0,11	3,75	3,75
33	-5,57	36,50	35,91	11	1	0,09	14,56	16,06	52	16	-0,11	3,75	3,75
3	-5,70	36,36	35,76	10	20	0,11	14,58	16,42	53	8	-0,11	3,75	3,75
20	-5,80	36,27	35,65	9	3	0,12	14,59	16,56	54	15	-0,11	3,75	3,75
46	-6,37	35,69	35,02	8	33	0,15	14,62	17,00	55	27	-0,11	3,75	3,75
55	-7,23	34,84	34,07	7	56	0,20	14,67	17,96	56	18	-0,13	3,72	3,72
30	-7,73	34,34	33,52	6	62	0,23	14,70	18,40	57	25	-0,13	3,72	3,72
4	-8,31	33,75	32,87	5	11	0,33	14,80	20,13	58	53	-0,13	3,72	3,72
11	-10,44	31,62	30,52	4	4	0,34	14,81	20,24	59	9	-0,16	3,70	3,70
54	-11,18	30,88	29,70	3	16	0,44	14,91	22,09	60	24	-0,18	3,68	3,67
29	-12,10	29,97	28,69	2	54	0,49	14,96	22,85	61	54	-0,18	3,68	3,67

24	-12,38	29,69	28,37	1	24	0,54	15,01	23,69	62	33	-0,18	3,68	3,67
----	--------	-------	-------	---	----	------	-------	-------	----	----	-------	------	------

⁽¹⁾ = Efeito genotípico predito; ⁽²⁾ = Média genotípica; ⁽³⁾ = Média genotípica da interação com todos os ambientes testados

Anexo E. Ordenamento de todos os genótipos para cada característica com componentes de média (BLUP Individual) para todos os locais e medições, considerando o sentido da seleção para as características tamanho do grão (TG), uniformidade de maturação dos frutos (UM) e porte da planta (POR).

TG					MAT					POR				
Ordem	Genótipo	$g^{(1)}$	$u + g^{(2)}$	$u+g+gem^{(3)}$	Ordem	Genótipo	$g^{(1)}$	$u + g^{(2)}$	$u+g+gem^{(3)}$	Ordem	Genótipo	$g^{(1)}$	$u + g^{(2)}$	$u+g+gem^{(3)}$
1	28	1,26	6,41	6,50	62	33	-0,02	1,98	1,76	62	62	-0,25	1,62	1,46
2	22	1,09	6,24	6,32	61	25	-0,02	1,99	1,82	61	36	-0,20	1,67	1,53
3	7	0,96	6,11	6,18	60	21	-0,01	1,99	1,85	60	57	-0,20	1,67	1,53
4	47	0,96	6,11	6,18	59	8	-0,01	1,99	1,85	59	61	-0,18	1,69	1,57
5	54	0,88	6,02	6,09	58	15	-0,01	1,99	1,85	58	54	-0,18	1,69	1,57
6	29	0,79	5,94	6,00	57	40	-0,01	1,99	1,87	57	38	-0,18	1,69	1,57
7	58	0,70	5,85	5,90	56	17	-0,01	1,99	1,88	56	40	-0,17	1,70	1,59
8	52	0,70	5,85	5,90	55	35	-0,01	1,99	1,88	55	58	-0,16	1,71	1,61
9	25	0,66	5,81	5,86	54	59	-0,01	2,00	1,91	54	17	-0,13	1,74	1,65
10	48	0,66	5,81	5,86	53	54	-0,01	2,00	1,91	53	6	-0,13	1,74	1,65
11	5	0,58	5,72	5,77	52	52	-0,01	2,00	1,91	52	46	-0,13	1,74	1,65
12	42	0,49	5,64	5,67	51	41	-0,01	2,00	1,91	51	32	-0,13	1,74	1,65
13	20	0,49	5,64	5,67	50	57	-0,01	2,00	1,91	50	31	-0,11	1,76	1,69
14	14	0,49	5,64	5,67	49	45	-0,01	2,00	1,91	49	42	-0,11	1,76	1,69
15	26	0,49	5,64	5,67	48	53	-0,01	2,00	1,91	48	27	-0,09	1,78	1,73
16	30	0,45	5,59	5,63	47	61	-0,01	2,00	1,92	47	47	-0,06	1,81	1,77
17	17	0,36	5,51	5,53	46	13	-0,01	2,00	1,94	46	48	-0,06	1,81	1,77
18	53	0,36	5,51	5,53	45	18	-0,01	2,00	1,94	45	9	-0,06	1,81	1,77
19	18	0,32	5,46	5,49	44	31	-0,01	2,00	1,94	44	39	-0,04	1,83	1,81
20	57	0,27	5,42	5,44	43	36	0,00	2,00	1,97	43	55	-0,04	1,83	1,81
21	11	0,27	5,42	5,44	42	3	0,00	2,00	1,97	42	20	-0,04	1,83	1,81

22	51	0,23	5,38	5,40	41	9	0,00	2,00	1,97	41	2	-0,04	1,83	1,81
23	49	0,19	5,33	5,35	40	60	0,00	2,00	1,97	40	11	-0,02	1,85	1,84
24	34	0,19	5,33	5,35	39	23	0,00	2,00	1,97	39	28	-0,02	1,85	1,84
25	62	0,19	5,33	5,35	38	1	0,00	2,00	1,97	38	52	-0,02	1,85	1,84
26	44	0,19	5,33	5,35	37	24	0,00	2,00	1,97	37	7	-0,02	1,85	1,84
27	37	0,14	5,29	5,30	36	48	0,00	2,00	2,00	36	51	-0,02	1,85	1,84
28	23	0,10	5,25	5,26	35	10	0,00	2,00	2,00	35	3	-0,02	1,85	1,84
29	59	0,10	5,25	5,26	34	16	0,00	2,00	2,00	34	30	-0,02	1,85	1,84
30	55	0,06	5,21	5,21	33	7	0,00	2,00	2,00	33	8	-0,02	1,85	1,84
31	61	0,06	5,21	5,21	32	49	0,00	2,00	2,00	32	59	0,01	1,88	1,88
32	1	0,02	5,16	5,16	31	51	0,00	2,00	2,00	31	4	0,01	1,88	1,88
33	46	0,02	5,16	5,16	30	39	0,00	2,00	2,00	30	49	0,01	1,88	1,88
34	13	-0,03	5,12	5,12	29	2	0,00	2,00	2,00	29	29	0,01	1,88	1,88
35	4	-0,03	5,12	5,12	28	12	0,00	2,00	2,00	28	5	0,01	1,88	1,88
36	21	-0,07	5,08	5,07	27	34	0,00	2,00	2,00	27	37	0,01	1,88	1,88
37	6	-0,11	5,03	5,02	26	55	0,00	2,00	2,00	26	15	0,03	1,90	1,92
38	27	-0,11	5,03	5,02	25	22	0,00	2,00	2,00	25	16	0,03	1,90	1,92
39	2	-0,16	4,99	4,98	24	62	0,00	2,00	2,00	24	14	0,03	1,90	1,92
40	40	-0,17	4,97	4,96	23	42	0,00	2,01	2,03	23	34	0,03	1,90	1,92
41	9	-0,20	4,95	4,93	22	26	0,00	2,01	2,03	22	21	0,03	1,90	1,92
42	8	-0,20	4,95	4,93	21	56	0,00	2,01	2,03	21	41	0,03	1,90	1,92
43	15	-0,24	4,90	4,89	20	28	0,00	2,01	2,05	20	53	0,06	1,92	1,96
44	24	-0,24	4,90	4,89	19	43	0,01	2,01	2,06	19	35	0,06	1,92	1,96
45	43	-0,24	4,90	4,89	18	14	0,01	2,01	2,06	18	56	0,08	1,95	2,00
46	32	-0,33	4,82	4,79	17	5	0,01	2,01	2,06	17	43	0,08	1,95	2,00
47	19	-0,37	4,77	4,75	16	46	0,01	2,01	2,06	16	24	0,08	1,95	2,00
48	10	-0,42	4,73	4,70	15	6	0,01	2,01	2,06	15	44	0,08	1,95	2,00
49	33	-0,42	4,73	4,70	14	50	0,01	2,01	2,06	14	18	0,08	1,95	2,00
50	36	-0,46	4,69	4,65	13	30	0,01	2,01	2,09	13	60	0,08	1,95	2,00

51	16	-0,50	4,65	4,61	12	19	0,01	2,01	2,09	12	33	0,10	1,97	2,04
52	38	-0,59	4,56	4,51	11	27	0,01	2,01	2,09	11	19	0,10	1,97	2,04
53	45	-0,72	4,43	4,38	10	47	0,01	2,01	2,12	10	10	0,10	1,97	2,04
54	3	-0,72	4,43	4,38	9	20	0,01	2,01	2,12	9	23	0,13	2,00	2,08
55	39	-0,72	4,43	4,38	8	37	0,01	2,01	2,12	8	45	0,15	2,02	2,12
56	60	-0,80	4,34	4,28	7	58	0,01	2,02	2,16	7	50	0,15	2,02	2,12
57	56	-0,85	4,30	4,24	6	44	0,02	2,02	2,19	6	25	0,15	2,02	2,12
58	50	-1,06	4,09	4,00	5	38	0,02	2,02	2,19	5	13	0,17	2,04	2,15
59	12	-1,10	4,04	3,96	4	32	0,02	2,02	2,19	4	22	0,20	2,07	2,19
60	35	-1,10	4,04	3,96	3	29	0,02	2,02	2,19	3	26	0,20	2,07	2,19
61	31	-1,15	4,00	3,91	2	4	0,02	2,02	2,22	2	12	0,24	2,11	2,27
62	41	-1,62	3,53	3,40	1	11	0,02	2,02	2,25	1	1	0,31	2,18	2,39

⁽¹⁾ = Efeito genotípico predito; ⁽²⁾ = Média genotípica; ⁽³⁾ = Média genotípica da interação com todos os ambientes testados

Anexo F. Ordenamento de todos os genótipos para cada característica com componentes de média (BLUP Individual) para todos os locais e medições, considerando o sentido da seleção para as características vigor vegetativo da planta (VIG), escala geral (EG) e grau de inclinação (GI).

Ordem	Genótipo	VIG			Ordem	Genótipo	EG			Ordem	Genótipo	GI		
		$g^{(1)}$	$u + g^{(2)}$	$u+g+gem^{(3)}$			$g^{(1)}$	$u + g^{(2)}$	$u+g+gem^{(3)}$			$g^{(1)}$	$u + g^{(2)}$	$u+g+gem^{(3)}$
1	6	0,47	6,80	6,86	1	52	0,42	6,38	6,63	62	48	-0,12	1,23	1,19
2	7	0,47	6,80	6,86	2	48	0,30	6,25	6,42	61	54	-0,10	1,25	1,22
3	37	0,47	6,80	6,86	3	7	0,30	6,25	6,42	60	51	-0,08	1,27	1,24
4	13	0,37	6,70	6,75	4	42	0,27	6,23	6,39	59	40	-0,08	1,27	1,24
5	40	0,33	6,66	6,71	5	6	0,25	6,21	6,36	58	11	-0,08	1,27	1,24
6	52	0,32	6,65	6,70	6	40	0,24	6,20	6,34	57	34	-0,08	1,27	1,24
7	17	0,30	6,63	6,67	7	27	0,19	6,15	6,25	56	50	-0,06	1,29	1,27
8	12	0,30	6,63	6,67	8	13	0,19	6,15	6,25	55	12	-0,06	1,29	1,27
9	48	0,27	6,60	6,64	9	59	0,17	6,12	6,22	54	33	-0,06	1,29	1,27
10	27	0,25	6,58	6,61	10	49	0,17	6,12	6,22	53	41	-0,06	1,29	1,27
11	31	0,22	6,55	6,58	11	17	0,17	6,12	6,22	52	13	-0,06	1,29	1,27

12	33	0,20	6,53	6,56	12	35	0,17	6,12	6,22	51	9	-0,06	1,29	1,27
13	39	0,20	6,53	6,56	13	8	0,17	6,12	6,22	50	52	-0,04	1,30	1,29
14	10	0,19	6,52	6,54	14	60	0,15	6,10	6,19	49	38	-0,04	1,30	1,29
15	26	0,17	6,50	6,53	15	12	0,15	6,10	6,19	48	37	-0,04	1,30	1,29
16	42	0,15	6,48	6,50	16	22	0,15	6,10	6,19	47	8	-0,04	1,30	1,29
17	21	0,15	6,48	6,50	17	51	0,12	6,08	6,15	46	45	-0,04	1,30	1,29
18	8	0,15	6,48	6,50	18	33	0,10	6,06	6,12	45	39	-0,04	1,30	1,29
19	45	0,12	6,46	6,47	19	26	0,10	6,06	6,12	44	15	-0,04	1,30	1,29
20	14	0,10	6,43	6,44	20	21	0,10	6,06	6,12	43	57	-0,02	1,32	1,32
21	57	0,10	6,43	6,44	21	19	0,08	6,04	6,09	42	55	-0,02	1,32	1,32
22	1	0,07	6,41	6,42	22	1	0,08	6,04	6,09	41	46	-0,02	1,32	1,32
23	49	0,07	6,41	6,42	23	9	0,08	6,04	6,09	40	61	-0,02	1,32	1,32
24	18	0,07	6,41	6,42	24	18	0,08	6,04	6,09	39	6	-0,02	1,32	1,32
25	55	0,05	6,38	6,39	25	62	0,08	6,04	6,09	38	49	-0,02	1,32	1,32
26	9	0,05	6,38	6,39	26	38	0,06	6,02	6,05	37	1	-0,02	1,32	1,32
27	59	0,05	6,38	6,39	27	30	0,06	6,02	6,05	36	44	-0,02	1,32	1,32
28	60	0,05	6,38	6,39	28	57	0,06	6,02	6,05	35	36	-0,02	1,32	1,32
29	41	0,05	6,38	6,39	29	14	0,04	6,00	6,02	34	7	-0,02	1,32	1,32
30	19	0,05	6,38	6,39	30	45	0,04	6,00	6,02	33	31	-0,02	1,32	1,32
31	15	0,03	6,36	6,36	31	37	0,04	6,00	6,02	32	10	-0,02	1,32	1,32
32	16	0,03	6,36	6,36	32	39	0,02	5,97	5,98	31	27	-0,02	1,32	1,32
33	35	0,03	6,36	6,36	33	55	0,02	5,97	5,98	30	23	-0,02	1,32	1,32
34	34	0,00	6,33	6,33	34	2	0,02	5,97	5,98	29	18	-0,02	1,32	1,32
35	2	0,00	6,33	6,33	35	25	0,02	5,97	5,98	28	22	0,00	1,34	1,34
36	51	0,00	6,33	6,33	36	34	-0,01	5,95	5,95	27	14	0,00	1,34	1,34
37	38	0,00	6,33	6,33	37	31	-0,01	5,95	5,95	26	5	0,00	1,34	1,34
38	50	0,00	6,33	6,33	38	20	-0,01	5,95	5,95	25	35	0,01	1,36	1,37
39	56	-0,02	6,31	6,30	39	32	-0,01	5,95	5,95	24	21	0,01	1,36	1,37
40	44	-0,02	6,31	6,30	40	50	-0,05	5,91	5,88	23	30	0,01	1,36	1,37

41	32	-0,02	6,31	6,30	41	56	-0,05	5,91	5,88	22	19	0,01	1,36	1,37
42	25	-0,02	6,31	6,30	42	46	-0,07	5,89	5,85	21	60	0,01	1,36	1,37
43	23	-0,05	6,28	6,28	43	16	-0,07	5,89	5,85	20	43	0,01	1,36	1,37
44	5	-0,05	6,28	6,28	44	5	-0,07	5,89	5,85	19	32	0,01	1,36	1,37
45	30	-0,05	6,28	6,28	45	58	-0,09	5,87	5,81	18	24	0,03	1,38	1,39
46	22	-0,05	6,28	6,28	46	10	-0,11	5,85	5,78	17	62	0,03	1,38	1,39
47	62	-0,07	6,26	6,25	47	15	-0,11	5,85	5,78	16	3	0,03	1,38	1,39
48	20	-0,15	6,19	6,17	48	53	-0,13	5,82	5,75	15	17	0,03	1,38	1,39
49	46	-0,15	6,19	6,17	49	54	-0,13	5,82	5,75	14	26	0,03	1,38	1,39
50	36	-0,22	6,11	6,08	50	61	-0,16	5,80	5,71	13	2	0,05	1,40	1,41
51	61	-0,24	6,09	6,05	51	44	-0,16	5,80	5,71	12	25	0,05	1,40	1,41
52	43	-0,24	6,09	6,05	52	43	-0,16	5,80	5,71	11	28	0,05	1,40	1,41
53	53	-0,27	6,06	6,03	53	47	-0,18	5,78	5,68	10	16	0,07	1,42	1,44
54	28	-0,29	6,04	6,00	54	4	-0,18	5,78	5,68	9	42	0,07	1,42	1,44
55	54	-0,34	5,99	5,94	55	23	-0,18	5,78	5,68	8	4	0,09	1,44	1,46
56	47	-0,34	5,99	5,94	56	41	-0,20	5,76	5,64	7	47	0,09	1,44	1,46
57	58	-0,34	5,99	5,94	57	36	-0,22	5,74	5,61	6	53	0,11	1,45	1,49
58	4	-0,39	5,94	5,89	58	28	-0,24	5,72	5,58	5	59	0,11	1,45	1,49
59	11	-0,52	5,82	5,75	59	11	-0,43	5,52	5,27	4	56	0,11	1,45	1,49
60	24	-0,54	5,79	5,72	60	3	-0,48	5,48	5,20	3	29	0,15	1,49	1,54
61	3	-0,64	5,69	5,61	61	24	-0,52	5,44	5,14	2	58	0,17	1,51	1,56
62	29	-0,83	5,50	5,38	62	29	-0,63	5,33	4,97	1	20	0,17	1,51	1,56

⁽¹⁾ = Efeito genotípico predito; ⁽²⁾ = Média genotípica; ⁽³⁾ = Média genotípica da interação com todos os ambientes testados

Anexo G. Ordenamento de todos os genótipos para cada característica com componentes de média (BLUP Individual) para todos os locais e medições, considerando o sentido da seleção para as características ferrugem (FER), mancha de Cercosporiose (CER) e incidência de Bicho Mineiro (BM).

Ordem	Genótipo	FER			Ordem	Genótipo	CER			Ordem	Genótipo	BM		
		$g^{(1)}$	$u + g^{(2)}$	$u+g+gem^{(3)}$			$g^{(1)}$	$u + g^{(2)}$	$u+g+gem^{(3)}$			$g^{(1)}$	$u + g^{(2)}$	$u+g+gem^{(3)}$

62	58	-0,60	2,99	2,98	62	58	0,00	1,98	1,98	62	58	0,00	2,85	2,82
61	54	-0,53	3,07	3,06	61	15	0,00	1,98	1,98	61	41	0,00	2,85	2,83
60	57	-0,53	3,07	3,06	60	56	0,00	1,98	1,98	60	34	0,00	2,85	2,83
59	62	-0,50	3,10	3,09	59	52	0,00	1,98	1,98	59	51	0,00	2,85	2,83
58	40	-0,43	3,17	3,16	58	32	0,00	1,98	1,98	58	28	0,00	2,85	2,83
57	39	-0,39	3,21	3,20	57	57	0,00	1,98	1,98	57	54	0,00	2,85	2,83
56	31	-0,37	3,23	3,22	56	40	0,00	1,98	1,98	56	49	0,00	2,85	2,83
55	13	-0,29	3,31	3,31	55	16	0,00	1,98	1,98	55	62	0,00	2,85	2,84
54	52	-0,29	3,31	3,31	54	54	0,00	1,98	1,98	54	56	0,00	2,85	2,84
53	42	-0,26	3,34	3,33	53	2	0,00	1,98	1,98	53	31	0,00	2,85	2,84
52	38	-0,23	3,36	3,36	52	26	0,00	1,98	1,98	52	12	0,00	2,85	2,84
51	9	-0,21	3,39	3,39	51	35	0,00	1,98	1,98	51	55	0,00	2,85	2,84
50	16	-0,21	3,39	3,39	50	22	0,00	1,98	1,98	50	29	0,00	2,85	2,84
49	6	-0,18	3,42	3,41	49	14	0,00	1,98	1,98	49	3	0,00	2,85	2,84
48	10	-0,17	3,43	3,43	48	62	0,00	1,98	1,98	48	23	0,00	2,85	2,84
47	26	-0,15	3,44	3,44	47	47	0,00	1,98	1,98	47	20	0,00	2,85	2,84
46	35	-0,13	3,47	3,47	46	25	0,00	1,98	1,98	46	36	0,00	2,85	2,84
45	59	-0,13	3,47	3,47	45	4	0,00	1,98	1,98	45	21	0,00	2,85	2,84
44	8	-0,10	3,50	3,50	44	59	0,00	1,98	1,98	44	40	0,00	2,85	2,84
43	7	-0,10	3,50	3,50	43	38	0,00	1,98	1,98	43	57	0,00	2,85	2,84
42	34	-0,10	3,50	3,50	42	46	0,00	1,98	1,98	42	19	0,00	2,85	2,85
41	27	-0,10	3,50	3,50	41	49	0,00	1,98	1,98	41	22	0,00	2,85	2,85
40	22	-0,10	3,50	3,50	40	60	0,00	1,98	1,98	40	18	0,00	2,85	2,85
39	45	-0,07	3,52	3,52	39	44	0,00	1,98	1,98	39	6	0,00	2,85	2,85
38	53	-0,05	3,55	3,55	38	33	0,00	1,98	1,98	38	30	0,00	2,85	2,85
37	56	-0,05	3,55	3,55	37	45	0,00	1,98	1,98	37	25	0,00	2,85	2,85
36	18	-0,05	3,55	3,55	36	28	0,00	1,98	1,98	36	52	0,00	2,85	2,85
35	2	-0,02	3,58	3,58	35	51	0,00	1,98	1,98	35	11	0,00	2,85	2,85
34	60	-0,02	3,58	3,58	34	18	0,00	1,98	1,98	34	46	0,00	2,85	2,85

33	17	-0,02	3,58	3,58	33	7	0,00	1,98	1,98	33	61	0,00	2,85	2,85
32	51	-0,02	3,58	3,58	32	17	0,00	1,99	1,99	32	44	0,00	2,85	2,85
31	19	0,01	3,60	3,60	31	42	0,00	1,99	1,99	31	2	0,00	2,85	2,85
30	47	0,01	3,60	3,60	30	39	0,00	1,99	1,99	30	7	0,00	2,85	2,86
29	37	0,01	3,60	3,60	29	30	0,00	1,99	1,99	29	32	0,00	2,85	2,86
28	30	0,03	3,63	3,63	28	13	0,00	1,99	1,99	28	14	0,00	2,85	2,86
27	12	0,03	3,63	3,63	27	41	0,00	1,99	1,99	27	8	0,00	2,85	2,86
26	29	0,03	3,63	3,63	26	5	0,00	1,99	1,99	26	9	0,00	2,85	2,86
25	49	0,03	3,63	3,63	25	20	0,00	1,99	1,99	25	38	0,00	2,85	2,86
24	55	0,06	3,66	3,66	24	36	0,00	1,99	1,99	24	24	0,00	2,85	2,86
23	28	0,07	3,67	3,67	23	31	0,00	1,99	1,99	23	17	0,00	2,85	2,86
22	21	0,11	3,71	3,71	22	29	0,00	1,99	1,99	22	35	0,00	2,85	2,86
21	20	0,11	3,71	3,71	21	11	0,00	1,99	1,99	21	16	0,00	2,85	2,86
20	33	0,11	3,71	3,71	20	21	0,00	1,99	1,99	20	59	0,00	2,85	2,86
19	50	0,11	3,71	3,71	19	8	0,00	1,99	1,99	19	43	0,00	2,85	2,86
18	25	0,14	3,74	3,74	18	55	0,00	1,99	1,99	18	37	0,00	2,85	2,86
17	36	0,14	3,74	3,74	17	48	0,00	1,99	1,99	17	26	0,00	2,85	2,86
16	48	0,19	3,79	3,79	16	12	0,00	1,99	1,99	16	53	0,00	2,85	2,86
15	41	0,19	3,79	3,79	15	53	0,00	1,99	1,99	15	15	0,00	2,85	2,86
14	5	0,19	3,79	3,79	14	6	0,00	1,99	1,99	14	33	0,00	2,85	2,86
13	32	0,22	3,82	3,82	13	10	0,00	1,99	1,99	13	27	0,00	2,85	2,86
12	14	0,22	3,82	3,82	12	61	0,00	1,99	1,99	12	4	0,00	2,85	2,86
11	1	0,27	3,87	3,88	11	37	0,00	1,99	1,99	11	60	0,00	2,85	2,87
10	4	0,27	3,87	3,88	10	9	0,00	1,99	1,99	10	5	0,00	2,85	2,87
9	46	0,27	3,87	3,88	9	27	0,00	1,99	1,99	9	50	0,00	2,85	2,87
8	61	0,27	3,87	3,88	8	24	0,00	1,99	1,99	8	47	0,00	2,85	2,87
7	15	0,30	3,90	3,90	7	43	0,00	1,99	1,99	7	48	0,00	2,85	2,87
6	3	0,41	4,00	4,01	6	19	0,00	1,99	1,99	6	42	0,00	2,85	2,87
5	24	0,41	4,00	4,01	5	50	0,00	1,99	1,99	5	45	0,00	2,85	2,87

4	43	0,51	4,11	4,12	4	1	0,00	1,99	1,99	4	13	0,00	2,85	2,87
3	11	0,51	4,11	4,12	3	23	0,00	1,99	1,99	3	10	0,00	2,85	2,88
2	44	0,54	4,14	4,15	2	34	0,01	1,99	2,00	2	39	0,00	2,85	2,88
1	23	0,56	4,16	4,17	1	3	0,01	1,99	2,00	1	1	0,00	2,85	2,88

⁽¹⁾ = Efeito genotípico predito; ⁽²⁾ = Média genotípica; ⁽³⁾ = Média genotípica da interação com todos os ambientes testados

Anexo H. Ordenamento de todos os genótipos para cada característica com componentes de média (BLUP Individual) para todos os locais e medições, considerando o sentido da seleção para as características incidência de Cochonilha da Roseta (COCH) e seca de ponteira/ramos (SP).

COCH						SP				
Ordem	Ordem	Genótipo	$g^{(1)}$	$u + g^{(2)}$	$u+g+gem^{(3)}$	Ordem	Genótipo	$g^{(1)}$	$u + g^{(2)}$	$u+g+gem^{(3)}$
1	62	52	0,00	1,54	1,54	62	39	-0,17	2,10	1,94
2	61	9	0,00	1,55	1,54	61	38	-0,14	2,13	1,99
3	60	62	0,00	1,55	1,54	60	52	-0,14	2,13	1,99
4	59	33	0,00	1,55	1,54	59	37	-0,12	2,16	2,04
5	58	24	0,00	1,55	1,54	58	48	-0,11	2,17	2,07
6	57	22	0,00	1,55	1,54	57	49	-0,11	2,17	2,07
7	56	53	0,00	1,55	1,54	56	6	-0,11	2,17	2,07
8	55	25	0,00	1,55	1,54	55	45	-0,11	2,17	2,07
9	54	30	0,00	1,55	1,54	54	7	-0,09	2,18	2,09
10	53	14	0,00	1,55	1,54	53	60	-0,08	2,20	2,12
11	52	16	0,00	1,55	1,54	52	12	-0,08	2,20	2,12
12	51	20	0,00	1,55	1,54	51	58	-0,08	2,20	2,12
13	50	18	0,00	1,55	1,54	50	42	-0,08	2,20	2,12
14	49	55	0,00	1,55	1,54	49	31	-0,07	2,21	2,15
15	48	45	0,00	1,55	1,54	48	35	-0,07	2,21	2,15
16	47	8	0,00	1,55	1,54	47	17	-0,07	2,21	2,15
17	46	61	0,00	1,55	1,55	46	56	-0,05	2,22	2,17
18	45	1	0,00	1,55	1,55	45	50	-0,05	2,22	2,17
19	44	57	0,00	1,55	1,55	44	40	-0,05	2,22	2,17

20	43	49	0,00	1,55	1,55	43	57	-0,05	2,22	2,17
21	42	48	0,00	1,55	1,55	42	51	-0,05	2,22	2,17
22	41	38	0,00	1,55	1,55	41	19	-0,05	2,22	2,17
23	40	19	0,00	1,55	1,55	40	43	-0,05	2,22	2,17
24	39	3	0,00	1,55	1,55	39	59	-0,05	2,22	2,17
25	38	54	0,00	1,55	1,55	38	14	-0,04	2,24	2,20
26	37	35	0,00	1,55	1,55	37	20	-0,04	2,24	2,20
27	36	6	0,00	1,55	1,55	36	41	-0,04	2,24	2,20
28	35	17	0,00	1,55	1,55	35	34	-0,04	2,24	2,20
29	34	15	0,00	1,55	1,55	34	13	-0,04	2,24	2,20
30	33	21	0,00	1,55	1,55	33	32	-0,03	2,25	2,22
31	32	29	0,00	1,55	1,55	32	21	-0,03	2,25	2,22
32	31	40	0,00	1,55	1,55	31	8	-0,01	2,26	2,25
33	30	56	0,00	1,55	1,55	30	27	0,00	2,28	2,28
34	29	26	0,00	1,55	1,55	29	46	0,00	2,28	2,28
35	28	31	0,00	1,55	1,55	28	25	0,00	2,28	2,28
36	27	4	0,00	1,55	1,55	27	2	0,00	2,28	2,28
37	26	12	0,00	1,55	1,55	26	55	0,00	2,28	2,28
38	25	23	0,00	1,55	1,55	25	62	0,01	2,29	2,30
39	24	51	0,00	1,55	1,55	24	26	0,01	2,29	2,30
40	23	36	0,00	1,55	1,55	23	16	0,01	2,29	2,30
41	22	44	0,00	1,55	1,55	22	5	0,01	2,29	2,30
42	21	27	0,00	1,55	1,55	21	33	0,01	2,29	2,30
43	20	5	0,00	1,55	1,55	20	44	0,04	2,32	2,35
44	19	47	0,00	1,55	1,55	19	36	0,04	2,32	2,35
45	18	34	0,00	1,55	1,55	18	47	0,04	2,32	2,35
46	17	11	0,00	1,55	1,55	17	61	0,05	2,33	2,38
47	16	10	0,00	1,55	1,55	16	15	0,05	2,33	2,38
48	15	46	0,00	1,55	1,55	15	30	0,07	2,34	2,41

49	14	7	0,00	1,55	1,55	14	54	0,08	2,36	2,43
50	13	50	0,00	1,55	1,55	13	18	0,08	2,36	2,43
51	12	2	0,00	1,55	1,55	12	1	0,09	2,37	2,46
52	11	28	0,00	1,55	1,55	11	9	0,09	2,37	2,46
53	10	42	0,00	1,55	1,55	10	22	0,09	2,37	2,46
54	9	13	0,00	1,55	1,55	9	53	0,11	2,38	2,48
55	8	60	0,00	1,55	1,55	8	10	0,13	2,41	2,54
56	7	43	0,00	1,55	1,55	7	29	0,15	2,42	2,56
57	6	39	0,00	1,55	1,55	6	4	0,15	2,42	2,56
58	5	41	0,00	1,55	1,55	5	28	0,15	2,42	2,56
59	4	32	0,00	1,55	1,55	4	3	0,17	2,45	2,61
60	3	37	0,00	1,55	1,55	3	23	0,17	2,45	2,61
61	2	58	0,00	1,55	1,56	2	24	0,21	2,49	2,69
62	1	59	0,01	1,55	1,56	1	11	0,24	2,51	2,74

⁽¹⁾ = Efeito genotípico predito; ⁽²⁾ = Média genotípica; ⁽³⁾ = Média genotípica da interação com todos os ambientes testados

Anexo I. Ordenamento completo dos genótipos utilização índice de seleção via índice de rank médio, adaptado de Mulamba e Mock, e aditivo, com estimativas de ganhos genético em porcentagem (GS).

Mulamba e Mock			Aditivo		
Ordem	Genótipo	GS	Ordem	Genótipo	GS
1	7	207,317	1	7	30,895
2	52	205,455	2	52	27,756
3	6	191,892	3	6	26,033
4	48	179,224	4	48	25,028
5	40	171,552	5	13	23,723
6	42	153,266	6	40	22,823
7	13	136,461	7	42	21,985
8	17	124,000	8	27	21,248
9	57	115,180	9	8	20,466
10	27	107,921	10	37	19,723
11	38	102,336	11	57	19,104
12	37	97,776	12	38	18,514
13	8	93,732	13	17	17,949
14	39	88,562	14	12	17,315
15	31	82,697	15	26	16,662
16	49	77,543	16	49	16,064
17	51	73,231	17	45	15,468
18	12	69,507	18	5	14,913
19	9	65,274	19	31	14,410
20	45	61,435	20	39	13,945
21	54	57,923	21	22	13,493
22	26	54,817	22	51	13,073
23	34	51,847	23	35	12,687
24	18	49,149	24	18	12,304
25	58	46,682	25	60	11,929
26	62	44,476	26	62	11,552
27	35	42,462	27	19	11,195
28	59	40,586	28	15	10,854
29	14	38,593	29	34	10,512
30	5	36,635	30	59	10,176
31	21	34,806	31	9	9,856
32	22	33,135	32	1	9,528
33	60	31,582	33	21	9,215
34	19	30,134	34	53	8,916
35	2	28,553	35	61	8,619
36	55	27,059	36	14	8,331
37	33	25,660	37	41	8,057
38	1	24,267	38	44	7,785
39	15	22,927	39	32	7,501
40	41	21,666	40	58	7,207

41	10	20,448	41	2	6,927
42	32	19,297	42	50	6,656
43	30	18,168	43	47	6,394
44	47	17,110	44	10	6,141
45	20	16,093	45	33	5,884
46	50	15,126	46	43	5,615
47	61	14,203	47	28	5,342
48	53	13,237	48	25	5,080
49	46	12,306	49	55	4,815
50	25	11,416	50	54	4,551
51	44	10,526	51	30	4,280
52	16	9,666	52	16	4,001
53	36	8,807	53	46	3,727
54	28	7,983	54	23	3,459
55	43	7,102	55	36	3,175
56	56	6,217	56	20	2,897
57	11	5,362	57	56	2,622
58	23	4,415	58	4	2,178
59	29	3,422	59	11	1,684
60	4	2,342	60	3	1,192
61	3	1,232	61	29	0,590
62	24	0,000	62	24	0,000

Anexo J. Matriz de distâncias de Mahalanobis genéticas entre genótipos.

Gen.*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0,00																			
2	29,42	0,00																		
3	26,86	39,46	0,00																	
4	20,45	18,26	34,02	0,00																
5	15,94	20,77	25,52	20,64	0,00															
6	28,80	32,69	34,05	29,41	18,78	0,00														
7	25,35	24,63	45,22	34,60	10,68	12,19	0,00													
8	14,74	17,12	19,58	24,24	11,34	16,72	14,23	0,00												
9	21,00	19,52	28,08	23,19	26,27	26,43	33,78	13,24	0,00											
10	23,99	31,22	40,24	32,16	25,55	34,04	39,89	30,82	21,14	0,00										
11	29,03	32,80	37,81	15,75	21,62	37,27	37,08	32,95	31,96	36,95	0,00									
12	22,08	22,39	36,17	33,16	28,37	27,02	26,28	18,52	26,70	40,98	38,97	0,00								
13	14,73	17,81	43,25	31,66	15,26	30,17	16,14	14,97	23,27	20,63	33,78	18,62	0,00							
14	24,25	21,41	39,91	22,34	11,96	22,25	21,88	22,14	26,90	30,65	28,79	29,49	28,78	0,00						
15	37,66	18,94	47,34	34,45	17,60	41,31	25,81	18,99	39,10	41,58	36,04	35,55	26,45	24,32	0,00					
16	31,28	29,78	47,12	21,56	29,06	22,07	29,11	26,22	36,96	37,84	36,21	33,21	31,18	25,90	33,17	0,00				
17	28,18	21,03	29,92	32,18	14,38	14,73	16,77	14,47	25,44	28,62	45,78	38,99	29,23	14,06	27,87	29,95	0,00			
18	12,81	10,05	28,38	17,81	12,72	21,75	15,28	6,71	9,65	21,36	24,00	14,62	11,06	15,80	18,20	25,33	18,35	0,00		
19	13,84	28,65	19,47	20,78	15,95	14,98	25,38	15,81	21,20	28,66	32,26	14,91	25,44	16,26	43,75	29,23	22,33	16,00	0,00	
20	31,55	30,00	31,36	24,61	25,02	23,71	34,94	30,51	33,56	41,28	49,64	40,03	47,35	14,21	52,71	33,59	15,27	28,12	13,52	0,00
21	18,01	14,15	22,57	25,94	16,70	19,27	19,32	10,49	20,49	30,26	37,22	21,61	22,34	13,46	25,99	25,29	6,53	10,78	15,39	15,61
22	15,88	26,30	41,16	25,32	19,27	38,34	27,39	19,33	22,57	32,41	31,88	24,74	20,66	21,09	33,78	41,88	34,93	7,94	18,42	33,53
23	17,95	22,99	20,50	26,74	17,70	23,16	21,69	17,81	25,15	26,66	24,53	23,00	26,44	23,02	28,64	37,80	18,99	11,96	19,99	29,33
24	24,56	39,75	24,09	25,10	23,77	32,23	37,86	25,97	37,36	37,72	25,24	43,12	38,01	27,68	34,17	14,27	30,35	28,38	30,35	35,83
25	25,42	17,47	39,83	37,00	22,64	40,41	26,48	20,02	31,14	43,44	49,43	29,95	25,54	15,41	24,85	32,36	17,96	15,20	29,94	25,08
26	14,14	19,32	39,66	22,19	11,17	25,81	17,99	18,06	24,44	16,57	32,31	20,41	11,23	13,88	25,39	27,04	22,85	8,26	13,97	25,25
27	20,25	21,18	32,44	18,43	18,61	10,61	13,87	11,84	16,39	32,49	27,12	23,31	18,87	32,46	37,29	26,24	24,40	14,91	20,95	36,19

28	31,28	25,97	30,17	33,24	14,78	32,36	21,69	24,93	36,15	30,27	29,07	36,19	26,74	26,52	31,53	45,71	24,32	16,03	25,83	32,28
29	47,19	30,18	40,24	42,02	33,13	55,89	46,18	40,30	38,22	51,78	48,07	42,27	39,02	37,24	48,69	46,50	47,49	31,90	40,78	39,71
30	22,72	14,30	35,72	17,13	24,39	29,89	33,80	22,33	8,40	25,74	29,86	28,01	28,71	13,96	40,58	38,19	22,18	10,89	17,97	17,73
31	35,53	22,96	25,01	36,75	24,65	19,57	32,71	18,50	18,80	18,41	44,74	23,34	26,80	25,50	35,06	34,10	18,58	18,98	16,65	28,26
32	33,77	10,22	40,79	12,27	17,22	28,61	29,77	24,62	26,19	32,70	22,15	31,31	29,48	17,44	24,75	36,62	24,34	19,39	24,50	27,57
33	20,14	18,87	37,80	28,94	24,78	33,69	31,30	16,22	22,40	31,42	36,36	30,18	22,99	17,07	22,49	22,55	17,63	14,80	29,45	33,61
34	24,67	34,36	23,94	43,28	24,73	27,66	29,11	22,95	26,27	38,24	35,13	21,79	24,79	28,23	54,86	47,03	29,20	21,63	14,84	32,03
35	23,48	23,84	26,57	23,77	22,89	34,35	39,60	13,42	25,99	35,96	44,08	24,94	29,57	26,63	28,45	35,41	27,89	18,39	15,21	29,79
36	29,95	13,11	16,96	21,93	14,49	22,05	26,51	11,96	16,49	29,13	23,52	30,15	26,98	18,37	20,89	29,16	12,65	15,30	22,52	26,12
37	33,61	33,33	49,71	42,90	19,33	17,84	16,94	34,22	41,66	28,44	38,35	34,36	22,24	22,10	44,51	32,81	21,43	31,07	28,02	34,56
38	38,58	27,17	39,67	26,45	20,34	23,35	28,84	20,02	25,65	48,61	33,28	25,76	30,85	25,42	35,05	32,85	36,44	25,68	21,43	37,59
39	32,95	31,96	43,48	40,44	21,95	34,96	37,52	29,89	34,23	26,16	44,47	40,48	20,71	25,18	43,05	33,42	27,62	33,64	27,79	38,25
40	29,44	14,89	35,20	27,44	17,41	18,35	19,00	9,19	15,24	24,36	30,66	25,59	17,81	20,80	19,82	27,62	15,42	8,95	22,87	35,57
41	41,63	25,41	29,54	42,52	26,50	32,27	32,69	22,55	42,58	42,34	38,92	17,72	30,04	35,11	21,28	37,92	33,59	25,10	28,51	49,27
42	19,50	21,25	32,48	20,11	13,86	19,52	17,10	13,55	25,36	34,05	38,99	37,57	19,74	29,16	39,97	31,91	16,25	19,98	20,74	25,04
43	21,51	23,25	23,82	26,92	11,82	32,71	23,87	18,04	38,73	50,85	31,08	25,61	24,67	23,97	28,78	37,93	26,84	25,12	21,48	31,14
44	29,04	31,37	36,94	25,12	11,14	23,74	23,24	27,99	39,69	33,63	22,15	28,62	34,16	11,71	25,02	38,29	26,81	21,49	17,63	27,38
45	26,09	39,83	34,76	41,14	18,27	38,35	40,98	24,22	35,98	29,23	49,48	34,35	29,48	18,07	32,85	40,98	28,60	27,67	17,59	32,07
46	27,95	16,90	28,98	16,88	13,98	27,60	30,57	20,98	24,85	31,82	19,34	35,57	31,59	10,51	26,61	35,18	15,93	18,74	19,77	20,55
47	25,71	19,08	34,22	20,34	6,16	33,62	22,34	19,40	28,58	30,78	30,54	41,42	21,31	17,70	23,33	34,60	21,88	18,30	25,77	26,51
48	22,24	28,46	37,75	33,47	12,01	26,78	19,75	15,75	24,14	43,59	33,10	35,96	25,15	16,85	33,74	49,87	19,55	20,59	23,77	33,18
49	22,53	24,47	28,54	25,18	14,38	18,60	19,08	14,55	30,10	44,53	29,44	18,31	27,67	11,41	31,01	28,93	19,26	15,19	8,80	18,35
50	16,05	19,48	29,35	24,27	20,49	32,33	31,34	18,26	20,99	32,75	27,96	13,70	13,45	26,61	36,12	31,57	35,22	18,99	17,93	38,55
51	25,80	18,37	34,86	27,58	21,80	27,74	21,09	15,45	24,56	50,61	23,82	15,03	21,65	22,66	32,65	34,05	30,75	12,92	20,40	36,27
52	26,66	31,35	46,38	32,55	19,40	20,88	16,69	13,50	30,32	53,90	42,19	27,36	29,01	15,62	30,70	25,37	23,30	16,81	20,13	29,10
53	21,50	31,93	21,14	31,11	16,94	27,66	22,93	10,82	28,63	39,24	48,47	34,69	27,35	35,08	30,32	29,21	24,62	18,28	24,66	32,73
54	46,74	53,43	49,85	47,87	36,24	50,10	48,51	37,06	45,20	51,30	31,83	61,23	41,60	42,44	53,09	42,23	47,89	36,39	44,73	61,59
55	26,27	11,24	32,95	24,93	24,01	24,58	26,26	18,69	12,69	32,18	30,74	20,81	24,84	13,55	33,69	30,03	17,29	11,53	20,67	21,14
56	31,48	16,25	40,31	18,63	27,85	25,28	29,93	24,28	35,80	41,18	38,51	18,18	30,06	20,54	28,92	9,43	27,60	20,13	20,14	22,61

57	36,64	14,11	35,92	35,15	16,33	25,32	19,93	12,06	16,95	28,19	39,33	29,68	18,00	21,46	20,15	32,40	17,12	11,58	27,85	35,18
58	48,88	27,23	43,41	35,88	29,89	38,16	34,18	35,11	47,12	51,03	48,18	37,40	34,78	38,13	52,67	40,67	37,78	30,46	27,15	30,48
59	33,53	24,03	46,75	34,41	33,39	47,38	37,57	32,57	49,79	46,71	52,07	48,15	28,86	46,97	49,19	45,96	30,45	33,28	40,20	41,77
60	15,33	18,07	26,31	17,86	15,76	31,21	31,69	14,45	25,94	28,93	33,59	23,96	18,59	23,55	30,66	33,48	23,90	17,71	13,47	27,00
61	29,96	21,29	14,26	31,28	12,66	26,36	24,35	8,78	20,22	40,21	34,05	35,24	31,54	24,86	21,97	44,82	14,69	17,22	25,58	30,99
62	30,60	22,55	27,63	18,52	21,32	14,80	25,94	12,68	13,96	30,82	31,36	33,59	31,10	22,83	36,01	20,53	18,02	14,24	17,48	22,28

* Genótipo

Anexo J. Continuação

Gen.*	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
21	0,00																				
22	24,84	0,00																			
23	11,36	24,74	0,00																		
24	23,68	43,43	26,95	0,00																	
25	8,79	24,55	25,46	30,37	0,00																
26	19,11	7,83	20,86	34,88	21,33	0,00															
27	23,20	32,74	22,86	34,39	41,13	26,32	0,00														
28	22,00	18,94	13,21	38,62	30,22	15,62	33,89	0,00													
29	40,06	41,58	46,83	40,54	28,40	35,77	47,69	37,76	0,00												
30	16,13	17,58	22,70	40,63	21,88	18,98	24,95	29,70	33,09	0,00											
31	18,05	35,32	24,55	39,89	35,46	21,82	27,86	27,18	43,13	24,15	0,00										
32	23,29	31,58	26,49	43,94	36,36	23,31	22,55	28,97	46,82	16,93	25,38	0,00									
33	8,13	30,35	23,64	20,80	11,13	25,69	32,63	39,64	49,81	21,76	29,73	30,34	0,00								
34	17,33	28,14	21,77	37,80	29,03	27,89	30,73	24,10	38,30	25,41	23,73	40,05	30,75	0,00							
35	20,06	22,20	32,45	39,49	32,35	20,50	32,79	35,68	56,97	27,90	20,50	22,61	25,35	37,20	0,00						
36	10,90	35,22	17,93	22,15	23,27	28,63	20,42	24,11	32,87	18,64	14,20	14,00	16,52	22,88	22,44	0,00					
37	24,63	48,70	27,87	37,30	36,05	25,95	27,16	32,31	46,49	36,48	28,15	32,83	34,56	24,85	55,58	27,91	0,00				
38	35,57	37,01	46,90	43,09	44,28	31,22	20,44	46,99	36,36	29,67	26,79	20,58	41,66	36,18	26,76	21,17	37,87	0,00			
39	28,00	46,43	48,24	35,49	34,60	27,81	37,95	46,17	42,18	35,38	23,78	32,27	26,55	28,22	33,67	22,95	20,05	27,25	0,00		

6	50,701	14,457	3,921	5,033	2,008	1,737	6,799	6,210	1,323	3,418	1,987	2,852	1,547	2,170
7	55,214	14,273	3,798	6,110	2,003	1,854	6,799	6,253	1,323	3,498	1,985	2,852	1,549	2,183
8	48,925	14,387	3,749	4,947	1,990	1,854	6,480	6,124	1,304	3,498	1,986	2,852	1,547	2,263
9	39,193	14,479	3,700	4,947	2,001	1,807	6,382	6,038	1,285	3,391	1,988	2,852	1,545	2,368
10	39,986	14,481	3,872	4,732	2,003	1,972	6,517	5,845	1,323	3,431	1,987	2,854	1,549	2,408
11	31,623	14,800	3,749	5,421	2,024	1,854	5,817	5,524	1,266	4,109	1,986	2,852	1,549	2,514
12	48,127	14,285	3,921	4,042	2,003	2,113	6,627	6,102	1,285	3,630	1,987	2,851	1,548	2,196
13	49,701	14,295	3,774	5,119	1,998	2,042	6,701	6,145	1,285	3,312	1,985	2,853	1,550	2,236
14	39,473	14,465	3,946	5,636	2,008	1,901	6,431	5,995	1,342	3,817	1,983	2,852	1,546	2,236
15	46,545	14,316	3,749	4,904	1,990	1,901	6,357	5,845	1,304	3,896	1,981	2,853	1,547	2,329
16	36,972	14,915	3,749	4,645	2,003	1,901	6,357	5,888	1,417	3,391	1,982	2,852	1,547	2,289
17	45,327	14,372	3,872	5,507	1,993	1,737	6,627	6,124	1,379	3,577	1,985	2,852	1,547	2,210
18	42,930	14,443	3,725	5,464	1,998	1,948	6,406	6,038	1,323	3,551	1,985	2,852	1,547	2,355
19	43,886	14,482	4,044	4,775	2,011	1,972	6,382	6,038	1,360	3,604	1,988	2,852	1,547	2,223
20	36,267	14,584	4,044	5,636	2,014	1,831	6,185	5,952	1,511	3,710	1,985	2,852	1,547	2,236
21	40,545	14,470	3,823	5,076	1,990	1,901	6,480	6,060	1,360	3,710	1,986	2,852	1,547	2,249
22	42,667	14,484	3,798	6,239	2,003	2,066	6,283	6,102	1,342	3,498	1,983	2,852	1,546	2,368
23	40,886	14,460	3,798	5,248	2,001	1,995	6,283	5,781	1,323	4,162	1,989	2,851	1,548	2,448
24	29,685	15,008	3,676	4,904	2,001	1,948	5,792	5,438	1,379	4,003	1,988	2,852	1,546	2,488
25	37,770	14,445	3,725	5,808	1,987	2,019	6,308	5,974	1,398	3,737	1,984	2,852	1,546	2,276
26	45,743	14,399	3,921	5,636	2,006	2,066	6,504	6,060	1,379	3,444	1,983	2,853	1,548	2,289
27	49,421	14,462	3,749	5,033	2,011	1,784	6,578	6,145	1,323	3,498	1,988	2,853	1,549	2,276
28	40,694	14,440	3,872	6,408	2,007	1,854	6,038	5,717	1,398	3,670	1,985	2,851	1,550	2,421
29	29,968	14,513	3,774	5,937	2,019	1,878	5,497	5,331	1,492	3,630	1,986	2,851	1,547	2,421
30	34,335	14,493	3,822	5,593	2,011	1,854	6,283	6,017	1,360	3,630	1,985	2,852	1,546	2,342
31	43,936	14,297	4,019	3,999	1,998	1,760	6,553	5,952	1,323	3,232	1,986	2,851	1,548	2,210
32	41,125	14,362	3,995	4,818	2,019	1,737	6,308	5,952	1,360	3,817	1,982	2,852	1,550	2,249
33	36,500	14,618	3,676	4,732	1,982	1,972	6,529	6,060	1,285	3,710	1,985	2,853	1,546	2,289
34	39,674	14,431	3,897	5,334	2,003	1,901	6,332	5,952	1,266	3,498	1,990	2,851	1,549	2,236

35	45,475	14,435	3,995	4,042	1,993	1,925	6,357	6,124	1,360	3,471	1,983	2,852	1,547	2,210
36	36,990	14,479	3,823	4,688	2,001	1,667	6,111	5,738	1,323	3,737	1,986	2,852	1,548	2,315
37	46,608	14,319	3,970	5,291	2,014	1,878	6,799	5,995	1,304	3,604	1,988	2,853	1,551	2,157
38	47,386	14,341	3,970	4,559	2,019	1,690	6,332	6,017	1,304	3,365	1,984	2,852	1,547	2,130
39	41,462	14,413	3,995	4,430	2,003	1,831	6,529	5,974	1,304	3,205	1,985	2,854	1,550	2,104
40	45,817	14,401	3,806	4,973	1,992	1,702	6,664	6,199	1,266	3,165	1,982	2,852	1,548	2,223
41	46,409	14,268	3,995	3,526	1,995	1,901	6,382	5,760	1,285	3,790	1,985	2,851	1,550	2,236
42	48,672	14,459	3,848	5,636	2,006	1,760	6,480	6,231	1,417	3,338	1,985	2,853	1,550	2,196
43	44,376	14,360	3,921	4,904	2,008	1,948	6,087	5,802	1,360	4,109	1,988	2,853	1,550	2,223
44	45,234	14,356	4,068	5,334	2,019	1,948	6,308	5,802	1,323	4,136	1,985	2,852	1,548	2,315
45	45,965	14,326	4,093	4,430	1,995	2,019	6,455	5,995	1,304	3,524	1,985	2,853	1,547	2,170
46	35,693	14,522	3,946	5,162	2,008	1,737	6,185	5,888	1,323	3,870	1,984	2,852	1,549	2,276
47	42,310	14,411	3,872	6,110	2,014	1,807	5,989	5,781	1,436	3,604	1,983	2,853	1,549	2,315
48	49,238	14,224	3,848	5,808	2,003	1,807	6,603	6,253	1,229	3,790	1,987	2,853	1,547	2,170
49	43,453	14,487	3,970	5,334	2,003	1,878	6,406	6,124	1,323	3,630	1,984	2,851	1,547	2,170
50	41,620	14,404	3,872	4,086	2,008	2,019	6,332	5,910	1,285	3,710	1,989	2,853	1,549	2,223
51	40,668	14,487	3,774	5,378	2,003	1,854	6,332	6,081	1,266	3,577	1,985	2,851	1,548	2,223
52	48,360	14,511	3,798	5,851	1,995	1,854	6,652	6,381	1,304	3,312	1,982	2,852	1,545	2,130
53	47,292	14,520	3,725	5,507	1,995	1,925	6,062	5,824	1,455	3,551	1,987	2,853	1,546	2,382
54	30,882	14,959	3,676	6,023	1,995	1,690	5,989	5,824	1,248	3,072	1,982	2,851	1,547	2,355
55	34,836	14,465	3,774	5,205	2,003	1,831	6,382	5,974	1,323	3,657	1,986	2,851	1,547	2,276
56	37,527	14,675	3,921	4,301	2,006	1,948	6,308	5,910	1,455	3,551	1,982	2,851	1,548	2,223
57	44,634	14,288	3,798	5,421	1,995	1,667	6,431	6,017	1,323	3,072	1,982	2,852	1,547	2,223
58	38,890	14,532	4,019	5,851	2,016	1,714	5,989	5,867	1,511	2,993	1,981	2,850	1,551	2,196
59	41,436	14,545	3,848	5,248	1,995	1,878	6,382	6,124	1,455	3,471	1,984	2,852	1,553	2,223
60	44,497	14,433	3,995	4,344	2,001	1,948	6,382	6,102	1,360	3,577	1,985	2,853	1,550	2,196
61	44,347	14,295	3,798	5,205	1,997	1,690	6,087	5,802	1,323	3,870	1,988	2,852	1,547	2,329
62	39,054	14,700	3,798	5,334	2,003	1,620	6,259	6,038	1,379	3,099	1,983	2,851	1,546	2,289
Media	42,066	14,471	3,859	5,147	2,003	1,870	6,332	5,957	1,346	3,597	1,985	2,852	1,548	2,275

Variância	30,045	0,026	0,012	0,365	0,000	0,014	0,069	0,039	0,004	0,071	0,000	0,000	0,000	0,009
Desvio	5,481	0,163	0,107	0,605	0,009	0,118	0,262	0,198	0,063	0,267	0,002	0,001	0,002	0,092

Produtividade (PRO), porcentagem de frutos Boia (Bo), maturação dos frutos (MAT), tamanho do fruto (TG), uniformidade de maturação dos frutos (UM), porte da planta (POR), vigor vegetativo da planta (VIG), escala geral (EG), grau de inclinação (GI), ferrugem (FER), mancha de Cercóspora (CER), Bicho Mineiro (BM), Cochonilha da Roseta (COCH) e seca de ponteiros/ramos (SP).